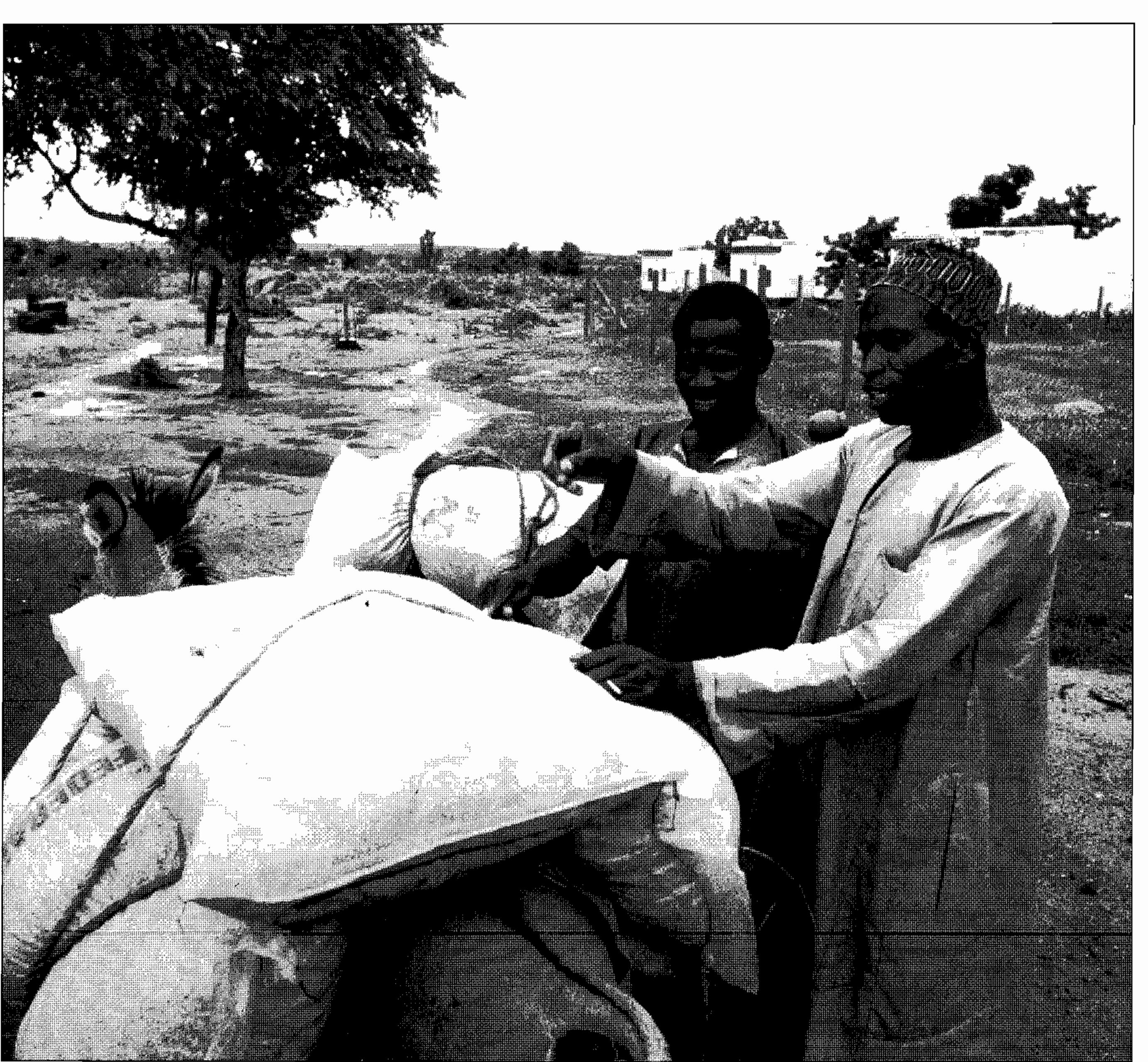
ISSN - 0771 - 3312



# TROPICULTURA

1998-99 Vol.16-17 N°4

Trimestriel (4ième trimestre 1999)
Driemaandelijks (4de trimester 1999)
Se publica por ano (4nd. trimestral)



Credit : WORLD BANK PHOTO by Yosef Hadar

Editeur responsable / Verantwoordelijke uitgever :
CRISTINA FUNES-NOPPEN
Rue Brederode 6, Brederodestraat
1000 Bruxelles / Brussel

DGCI

Avec le soutien de la Région Bruxelles Capitale
Met de steun van het Brusselse Gewest

DGIS

BUREAU DE DEPOT / AFGIFTEKANTOOR
BRUXELLES X / BRUSSEL X

# SOMMAIRE / INHOUD / SUMARIO, VOL. 16-17, 4

ARTICLES ORIGINAUX /OORSPRONKELIJKE ARTIKELS/ARTICULOS ORIGINALES



NOTES TECHNIQUES/TECHNISCHE NOTA'S/NOTAS TECNICAS



English Contents on back cover

ARTICLES ORIGINAUX OORSPRONKELIJKE ARTIKELS

ORIGINAL ARTICLES ARTICULOS ORIGINALES

# Distribution et diversité des champignons endomycorhiziens (Glomales) du Sénégal

A.T. Diallo*, P.I. Samb** & M. Ducousso***[1]

Keywords: Arbuscular endomycorrhizal fungi - Glomales - *Glomus* - *Scutellospora* - *Gigaspora* - Senegal


## Résumé

*Dans les zones tropicales arides et semi-arides caractérisées par une dégradation sans cesse croissance du couvert végétal, les champignons endomycorhiziens semblent jouer un rôle majeur dans la conquête par les végétaux de nouveaux espaces terrestres et la survie des communautés végétales sous diverses conditions édaphiques et environnementales. Malgré un regain d'intérêt pour ces micro-organismes, la distribution et la diversité des espèces de champignons indigènes dans les sols du Sénégal ont été jusqu'ici très peu étudiées. Il s'agit donc dans ce travail d'évaluer les populations sporales de Glomales dans divers sols provenant de sites situés dans les zones sahélienne, sahélo-soudanienne et soudanienne. Les spores extraites selon la méthode du tamisage humide ont été dénombrées et identifiées. Nos résultats mettent en évidence la présence de genres* Glomus, Scutellospora *et* Gigaspora *et l'absence de spores d'*Acaulospora, *d'*Entrophospora *et de* Sclerocystis *dans les différents sites dont les sols sont en général très pauvres en spores. Certains sites présentent cependant une diversité et une abondance relative en spores de Glomales, sans doute à mettre en relation avec l'abondance des pluies, la nature du sol sableux et l'influence de la composition floristique.*

## Summary

**Distribution and Diversity of Glomalean Endomycorrhizal Fungi of Senegal**

*In arid and semi-arid tropical areas characterized by plant ever-increasing damage, arbuscular endomycorrhizal fungi seem to play a major role in the conquest of new terrestrial spaces and are essential for the survival of most plant communities under diverse edaphic and environmental conditions. However, the distribution and the diversity of indigenous fungal species in Senegal have been very little investigated to date. The goal of this study was to evaluate spore populations of Glomales from soil samples withdrawn from several sites located in the sahelian, sahelo-soudanian and soudanian areas. The spores extracted by wet-sieving and decanting method were counted and identified. Our findings highlight the presence of the three genera* Glomus, Scutellospora *and* Gigaspora *and the absence of* Acaulospora, Entrophospora *and* Sclerocystic *species in different sites in which soil spore contents were generally poor. However, diversity and relative abundance of spore populations in some sites seemed related to the increase of rainfall as well as soils and plants factors.*


## Introduction

Au regard des conditions de température et d'éclairement, les tropiques sont des zones à fort potentiel de production agricole. Mais cet avantage est limité par l'influence de contraintes hydriques et édaphiques. Il en résulte une destruction du couvert végétal et la dégradation des sols. Certains végétaux sont cependant capables de s'installer et de se maintenir dans les sols pauvres en éléments minéraux grâce en partie à des micro-organismes symbiotiques, en particulier des champignons mycorhiziens à arbuscules (MA). Ces derniers qui appartiennent à l'ordre des Glomales et à la classe des Zygomycètes sont des micro-organismes du sol très ubiquistes présents dans la plupart des taxons végétaux et dans 67% des familles végétales (25). Leur rôle dans l'amélioration de la nutrition phosphatée, la résistance et la survie des plantes au stress hydrique comme la protection contre certains agents pathogènes telluriques a fait l'objet d'innombrables études aussi bien chez les espèces ligneuses que chez les variétés horticoles et céréalières (2,27).

Au Sénégal, des études sur des associations avec *Azadirachta indica* A. Juss., *Casuarina equisetifolia* Forst et *Acacia senegal* (L) Wild illustrent la variabilité des infections endomycorhiziennes dans le cas d'arbres

* Ecole Nationale Supérieur d'Agriculture (ENSA), B.P.A. 296, Thiès, Sénégal.
** Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, B.P. 5005, Fann-Dakar, Sénégal.
*** Direction des Recherches sur les Productions Forestières / Institut Sénégalais de Recherche Agricole, B.P. 2312, Dakar, Sénégal.
[1] Adresse actuelle: Laboratoire de recherches sur les Symbiotes des Racines, BSFT-ENSAM/INRA, 2 Place Viala, 34 060 Montpellier Cedex 1, France.
Reçu le 17.03.97 et accepté pour publication le 24.03.98.

croissant dans des zones semi-arides et signalent la présence de deux genres de ces champignons: *Glomus* et *Gigaspora* (9). Un inventaire des espèces végétales endomycorhizées réalisé pendant la saison sèche dans la zone du lac Retba (28) indique que les espèces xérophytes étaient bien pourvues en mycorhizes arbusculaires tandis que les sols très salés ou gorgés d'eau en permanence ne sont pas favorables à leur présence. Des prospections de sols effectuées dans les zones sahélienne et soudano-guinéenne ont montré une intense vie symbiotique depuis les horizons supérieurs jusqu'aux nappes phréatiques (10).

Cependant, les études sur la connaissance de la distribution et de la diversité des Glomales du Sénégal demeurent encore très fragmentaires. L'objet du présent travail porte sur l'étude de la répartition écologique des champignons MA dans des habitats naturels et semi-naturels situés dans différentes zones écogéographiques du Sénégal et de l'influence de *Faidherbia albida* A. Chev. sur les populations de spores dans deux systèmes parcs situés près de la localité de Touba Toul.

## Matériel et méthodes

### Zone d'étude

La zone d'étude est située entre les isohyètes 300 et 800 mm correspondant d'une part, aux zones sahélienne, SA (300-400 mm), sahélo-soudanienne, SS (400-600 mm) et soudanienne, SO (600-900 mm) d'après la définition des zones biogéographiques de Le Houerou (18) et d'autre part, aux zones arides (ETP/P < 2) et semi-arides (0,2 < ETP/P < 0,5) d'après la classification de l'UNESCO (19). Seize sites, définis géographiquement par la localité ou le lieu-dit le plus proche des sites de prélèvement, ont fait l'objet de prospection (Figure 1). Les principales caractéristiques de ces sites sont présentées dans le Tableau 1.

Dans l'une des sites à proximité de la localité de Touba Toul située dans la zone sahélo-soudanienne, l'influence du *Faidherbia albida* A. Chev. sur les populations de spores de Glomales est étudiée dans deux systèmes parcs de cet arbre qui diffèrent principalement par l'âge des individus qui les composent (un parc composé exclusivement d'individus âgés et un parc en régénération où toutes les classes d'âge sont représentées). *Faidherbia albida* est une légumineuse de la famille des Mimosaceae (19), souvent associée aux cultures dans le Bassin arachidier sénégalais où la préservation de l'arbre dans les champs de mil est une pratique très ancienne.

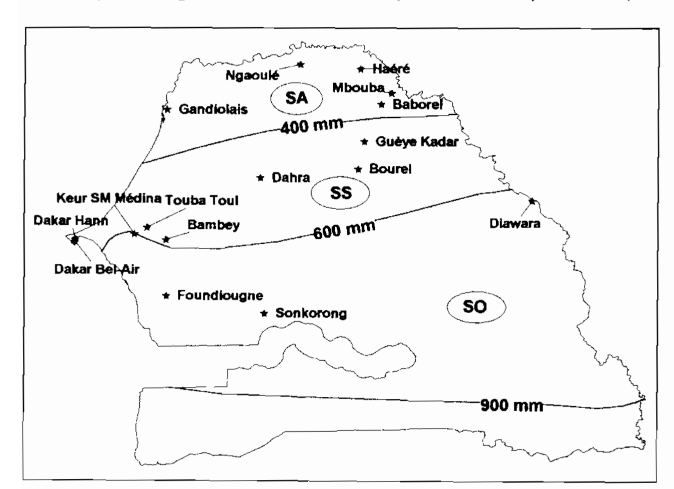



Figure 1. Localisation des sites prospectés dans les zones sahélienne (SA), sahélo-soudanienne (SS) et soudanienne (SO) du Sénégal.

### Prélèvements des sols

Les prélèvements ont été effectués entre 10 et 20 cm de profondeur au voisinage des espèces végétales les plus représentatives de la ou des strate(s). Les échantillons de sols ont été tamisés (mailles de 2 mm), homogénéisés, récupérés dans des sachets en plastique et conservés à température ambiante.

Dans chaque parc, huit prélèvements de sol ont été effectués entre 10 et 30 cm de profondeur, à la limite de la frondaison des *Faidherbia albida* et huit prélèvements en plein champ, à une distance égale ou supérieure à cinq fois la distance du tronc à la limite de la frondaison des arbres environnants. Tous les prélèvements ont été effectués en 1994 après la saison des pluies entre octobre et novembre.

### Extraction et dénombrement des spores

Les spores ont été extraites sur trois échantillons de 100 g de sol pour chaque prélèvement selon la méthode de tamisage humide décrite par Gerdemann & Nicolson (13). La suspension sporale a subi ensuite une double centrifugation eau/saccharose (3) afin de séparer les spores des particules de sol et des fragments racinaires. Cette suspension sporale après agitation est versée dans une boîte de Petri dont le fond est quadrillé pour faciliter le comptage des spores. Chaque type de spores est reconnu et compté sous la loupe binoculaire (Willd M 400 équipée d'un boîtier microphotographique Nikon). Le nombre moyen de spores est exprimé pour 100 g de sol sec.

### Identification des spores

Les spores ont été examinées sous la loupe binoculaire, séparées suivant la couleur, la forme, la taille et certaines structures caractéristiques (saccule sporifère, bouclier de germination, bulbe suspenseur), puis photographiées. Chaque type de spore est placé sur lame dans un milieu de montage permanent, le PVLG, polyvinyl alcool, acide lactique et glycérol (23) sans coloration préalable ou après coloration au réactif de Melzer (17). L'identification a été effectuée au microscope photonique (optiphot de Nikon) selon la clé de détermination de Schenck et Pérez (26). Les specimens de chaque type de spores sont déposés à l'herbier de l'ORSTOM à Dakar, Sénégal.

### Analyse des résultats

Les types de spores observés sont mentionnés pour chaque site étudié ainsi que le nombre de spores par 100 g de sol. Dans les observations réalisées à Touba Toul, les données de nombres de types de spores et sur les nombres de spores par 100 g de sol ont fait l'objet d'une analyse de variance avec le logiciel Stat-I.T.C.F. (15) à 2 facteurs contrôlés: l'âge du parc et la proximité de l'arbre afin de tenter de mettre en évidence si la présence de l'arbre dans les champs a une influence sur les populations de spores de Glomales.

**Tableau 1**
**Principales caractéristiques des sites prospectés au Sénégal**

| Sites | Coordonnées | Pluviométrie (mm)* | Sols** | Espèces dominantes | Espèces examinées | Usage |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Zone sahélienne (SA)** | | | | | | |
| Ngaoulé | 16°30'N 15°01'O | <300 | argileux | *Eucalyptus camaldulensis* | *Eucalyptus camaldulensis* | Terre agricole irriguée |
| Haéré | 16°26'N 14°22'O | 300-400 | sableux | *Acacia raddiana, Indigofera senegalensis, Indigofera* sp., *Balanites aegyptiaca, Eragrostis pilosa, Eragrostis colona, Panicum laetum* | *Indigofera senegalensis* | jachère récente |
| Mboumba | 16°10'N 14°01'O | 300-400 | sableux | *Acacia raddiana, Balanites aegyptiaca, Indigofera senegalensis, Calotropis procera, Cenchrus biflorus* | *Indigofera senegalensis* | jachère récente |
| Baborel | 16°03'N 14°08'O | 300-400 | ferrugineux tropicaux | *Acacia seyal, Acacia senegal, Boscia senegalensis, Pennisetum pedicellatum, B. aegyptiaca, Dalbergia melanoxylon, Panicum laetum, Echinochloa colona, Cyperus rotondus* | *Acacia seyal* | pâturage |
| Gandiolais | 16°02'N 16°27'O | 300-400 | sable dunaire | *Allium cepa* | *Allium cepa* | maraîchage |
| **Zone sahélo-soudanienne (SS)** | | | | | | |
| Guèye Kadar | 15°40'N 14°19'O | 400-500 | ferrugineux tropicaux lessivés | *Bauhinia rufescens, Dalbergia melanoxylon, Tephrosia* sp., *Acacia seyal, Acacia raddiana, Acacia nilotica nilotica, Indigofera senegalensis* | *Acacia nilotica nilotica* | pâturage |
| Dahra | 15°19'N 15°26'O | 400-500 | ferrugineux tropicaux lessivés | *Acacia senegal, Balanites aegyptiaca, Dactyloctenium aegyptium, Chloris prieurii, Eragrostis pilosa* | *Eragrostis pilosa* | jachère récente |
| Bourel | 15°24'N 14°24'O | 400-500 | Sableux | *Dichrostachys glomerata, Piliostigma reticulata, Acacia senegal, Alysicarpus ovalifolius, Balanites aegyptiaca, Eragrostis tremula, Eragrostis pilosa, Indigofera* sp. | *Indigofera* sp. | pâturage |
| Dakar Bel-Air | 14°34'N 18°25'O | 500-600 | Sableux | *Acacia senegal* | *Acacia senegal* | parc agroforestier |
| Dakar Hann-DRPF | 14°24'N 17°25'O | 500-600 | humique | *Acacia senegalensis* | *Acacia senegalensis* | parc agrofestier |
| Keur S. Mb Médina | 14°45'N 16°47'O | 500-600 | sablo-argileux | *Guiera senegalensis* | *Guiera senegalensis* | inconnu |
| Touba Toul | 14°50'N 16°40'O | 500-600 | sableux | *Faidherbia albida* | *Faidherbia albida* | parc agroforestier |
| Bambey | 14°41'N 16°28'O | 500-600 | sableux | *Pennisetum glaucum* | *Pennisetum glaucum* | exploitation agricole |
| **Zone soudanienne (SO)** | | | | | | |
| Diawara | 15°0'N 12°32'O | <700 | sablo-argileux | *Eucalyptus camaldulensis* | *Eucalyptus camaldulensis* | parc agroforestier |
| Foundiougne | 14°07'N 16°28'O | 700-800 | sablo-argileux | *absence de végétation* | *absence de végétation* | exploitation agricole |
| Sonkorong | 13°55'N 15°25'O | 700-800 | sableux | *Combretum glutinosum, Combretum aculeatum, Acacia senegal, Zizyphus mauritiana, Piliostigma reticulata, Pennisetum pedicellatum* | *Pennisetum pedicellatum* | exploitation agricole |

• Cf. Carte des isohyètes du Sénégal établie par Krigeage avec les données homogénéisées de 67 stations sur la période 1951-1980.
** données d'après Ducousso (1991)

**Tableau 2**
**Principales caractéristiques, couleur, forme et diamètre approximatif des différents types des spores et leur identification**

| Types | Couleur | Forme | Diamètre (= x µm) | Identification |
|---|---|---|---|---|
| 1 | blanc | sphérique | < 100 | *Glomus* sp. |
| 2 | blanc crème à laiteux | subsphérique | 100<x<400 | *Glomus* sp. |
| 3 | blanc jaune | sphérique | 100<x<300 | non identifié |
| 4 | blanc + squames noires | légèrement ovale | 200<x<400 | *Scutellospora verrucosa* |
| 5 | blanc | ovale | 200<x<300 | non identifié |
| 6 | brun | sphérique | <100 | non identifié |
| 7 | brun clair à foncé | grappe compacte (carpophore) | 300<x<400 | *Glomus* sp.1 |
| 8 | jaune à rouge foncé | grappe non compacte (carpophore) | 50<x<100 | *Glomus aggregatum* |
| 9 | jaune | sphérique | 100<x<400 | *Scutellospora verrucosa* |
| 10 | jaune doré | subsphérique | >100 | non identifié |
| 11 | jaune orange | irrégulière | >100 | *Gigaspora* sp. |
| 12 | marron | sphérique | <100 | non identifié |
| 13 | marron clair | sphérique | <100 | non identifié |
| 14 | marron foncé | sphérique | <100 | non identifié |
| 15 | marron + squames noires | ovale | <100 | non identifié |
| 16 | noir | sphérique | 300<x<600 | *Scutellospora gregaria* |
| 17 | noir brillant | sphérique | <100 | non identifié |
| 18 | rouge | subsphérique | >100 | *Gigaspora* sp. |
| 19 | rouge clair | ovale | >700 | *Gigaspora* sp. |
| 20 | rouge foncé | subsphérique | >100 | non identifié |
| 21 | rouge + squames noires | subsphérique | 500<x<800 | *Gigaspora* sp. |

# Résultats

## Distribution et diversité des populations de spores

Nos observations indiquent la présence de 21 types de spores ou écotypes appartenant aux genres *Glomus, Gigaspora* et *Scutellospora* (Tableau II, Photos 1 et 2). *Scutellospora gregaria,* type dénommé 16 est l'espèce la plus fréquente dans les échantillons de sols, suivie respectivement par *Glomus sp* (type 1), *Scutellospora verrucosa* (types 4 et 9) et *Gigaspora* spp. (11,18 et 19). Les espèces *Glomus aggregatum* (type 8 à carpophores non compactes) et *Glomus* sp. 1 (type 7 à carpophores compactes) ont été observées. Le tableau III présente le nombre de spores par 100 g d'échantillon de sol extrait ainsi que le nombre de types de spores observées dans les différents sites prospectés au Sénégal: 6 dans

**Tableau 3**
**Répartition des populations de spores dans les différents sites visités au Sénégal**

| Sites | Types observés | Nombre moyen de spores/100 g de sol |
|---|---|---|
| | *Zone sahélienne (SA)* | |
| Ngaoulé | - | 0 |
| Haéré | 1,16 | 2 |
| Mboumba | - | 0 |
| Baborel | 1,16 | 6 |
| Gandiolais | 1,9, 10,16,17,18 | 6 |
| | *Zone sahélo-soudanienne (SS)* | |
| Guèye Kadar | 16,18 | 2 |
| Dahra | 1,4,7,8,9,11,12,14,15, 16,18,19 | 7 |
| Bourel | 11,16 | 2 |
| Dakar Bel-Air | 1,4,16,20 | 4 |
| Dakar Hann-DRPF | 7,16 | 2 |
| Keur S. Mb. Médina | 1,2,6,9,16,18,19 | 8 |
| Touba Toul | 1,2,4,5,7,8,9,11,12, 13,16,18,19,21 | 41 |
| Bambey | 1,4,7,8,16,18 | 67 |
| | *Zone soudanienne (SO)* | |
| Diawara | - | 0 |
| Foundiougne | 1,16 | 2 |
| Sonkorong | 1,2,3,4,5,7,8,9,11,16,18 | 88 |

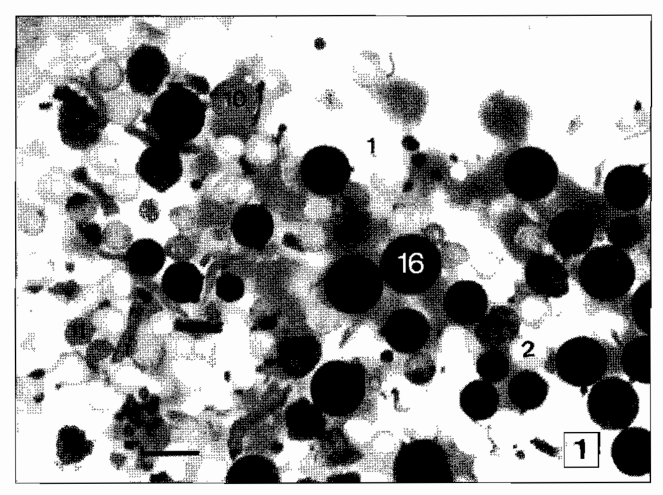



**Photo 1.** Spores de Glomales après extraction par la méthode du tamisage humide : *Glomus* spp (1, 2, 7). *Scutellospora gregaria* (type 16). *Gigaspora* spp (10, 11)

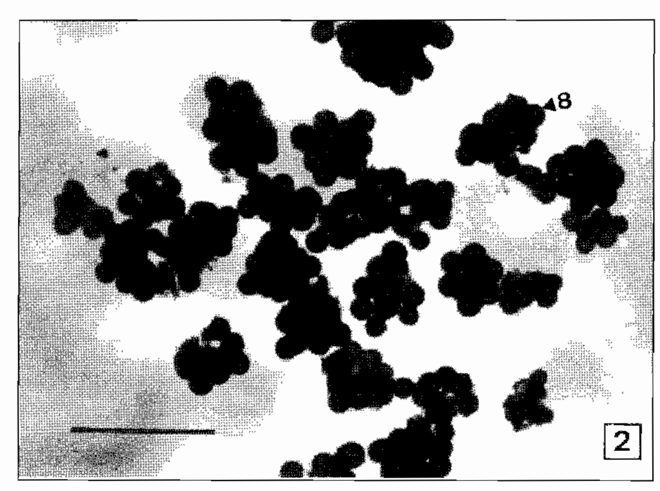



**Photo 2.** Spores de *Glomus aggregatum* (8) regroupées en carpophores non compactes.
(La barre resprésente 500 µm).

TROPICULTURA

la zone sahélienne, 8 dans la zone sahélo-soudanienne et 2 dans la zone soudanienne.

L'analyse des résultats montre que les sols prélevés au niveau de la zone sahélienne sont en général très pauvres en spores de champignons MA. Les sites de Ngaoulé, Diawara et Mboumba où la végétation est presque entièrement détruite sont caractérisés par une absence de propagules endomycorhiziens. Le site de Foundiougne qui a fait l'objet de prospection dans une zone à forte salinité est caractérisée par sa pauvreté en spores. Par contre, les sites de Touba Toul, Bambey et Sonkorong localisés dans les régions pluvieuses se distinguent par leur remarquable richesse en spores. Sonkorong est, parmi tous les sites, le plus riche en propagules de champignons MA (88 spores/100 g de sol).

### Effet de *Faidherbia albida* sur les populations de spores de Glomales

Le Tableau IV présente le nombre moyen de spores et le nombre de types de spores par 100 g de sol dans un parc âgé en plein champ et à la limite de frondaison des arbres et, de la même manière, dans un parc en régénération. Dans le parc en régénération, on n'observe pas de modification significative dans la composition des populations de spores en fonction de la situation du prélèvement par rapport à l'arbre. Le nombre de spores par 100 g de sol est de 99 avec 9 types différents. Par contre, dans le parc âgé, on observe une variation significative dans la composition des populations de spores à la limite de la frondaison des arbres et en plein champ: respectivement 74 spores par 100 g avec 6 types différents et 114 spores/100 g avec 10 types différents.

**Tableau 4**
**Répartition des nombres et types de spores dans les parcs à *Faidherbia albida* A. Chev.**

| | Parc en régénération | | Parc âgé | |
|---|---|---|---|---|
| | Limite frondaison | Plein champ | Limite frondaison | Plein champ |
| Nombre de spores par 100 g | 99b* | 100b | 74b | 114a |
| Nombre de types de spores par 100 g | 9b | 9b | 6a | 10b |

* Les chiffres d'une même ligne suivis d'une même lettre ne sont pas significativement différent au seuil de 5% (test de Newman-Keuls).

## Discussion

La plupart des sites prospectés dans les zones sahélienne, sahélo-soudanienne et soudanienne se caractérisent par leur extrême pauvreté en spores de Glomales. Dans les localités de Ngaoulé, Haéré et Mboumba, nos résultats suggèrent une perte du potentiel mycorhizien du sol (0 spore/100 g) au voisinage des espèces végétales échantillonnées. La faible pluviosité et l'absence de couverture végétale semblent compromettre l'installation et la survie des mycorhizes arbusculaires. En effet, ces micro-organismes sont réputés pour leur spécificité de symbiotes biotrophiques obligatoires vis-à-vis de la plante hôte. Dans la zone sahélo-soudanienne où la dégradation du couvert végétal est moins prononcée, les résultats obtenus indiquent que la distribution des spores semble suivre celle des isohyètes du nord vers le sud avec une abondance fortement marquée dans la région du Bassin arachidier. Par contre, la rareté des Glomales à Foundiougne malgré une situation pluviométrique favorable, pourrait être liée à la teneur élevée en sels des sols (conductivité électrique - 5 millimhos, 1:5 à 20°C) due à l'avancée de la mer à l'intérieur des terres. Ce résultat est par ailleurs mentionné dans les travaux de Thoen (28) qui ont montré que les sols très salés ne sont pas favorables à l'installation des symbioses endomycorhiziennes. Ces résultats contrastent avec ceux obtenus dans les sites des localités de Touba Toul, Bambey et Sonkorong qui présentent une richesse en spores et une diversité plus importante des types de spores. Les particularités observées dans ces sites situés dans des exploitations agricoles ou agroforestières font penser que la nature de la couverture végétale intervient dans l'abondance et la diversité des spores de Glomales. Dans ces zones de culture, la faible mécanisation de l'agriculture qui n'entraîne pas de grandes perturbations des horizons cultivés, permet le développement la plupart des champignons MA associés aux cultures. De même, l'analyse des types de sols des sites de prélèvements révèle que le sol sableux est favorable à l'installation de populations élevées de Glomales sous plusieurs climats et latitudes (1,6,7). En outre, la différence significative observée dans la composition des populations de Glomales dans le parc âgé de *Faidherbia albida* permet d'émettre l'hypothèse de l'influence positive du couvert végétal et de la culture sur la répartition et la dynamique des populations de spores. Ces différents résultats nous permettent de penser que la distribution naturelle des spores de Glomales serait sous le contrôle de facteurs édaphiques et/ou de la composition floristique (6,16).

Les différents taxa endomycorhiziens identifiés sur la base des caractères morphologiques et cellulaires des spores appartiennent aux genres *Glomus, Gigaspora* et *Scutellospora*. La prédominance des genres *Glomus* et *Gigaspora* dans les sols tropicaux arides et semi-arides est en concordance avec les résultats antérieurement obtenus au Sénégal (8,9,28), en Libye (12) et au Nigéria (23). Le genre *Scutellospora* quoique bien représenté ne reflète pas l'importance de ce groupe par rapport au genre *Gigaspora*. En effet, la création du genre *Gigaspora* (14) étant antérieure à celle du genre *Scutellospora* plus récente (30), toutes les espèces de ce genre décrites avant 1986 ont été rangées parmi les *Gigaspora*. De même, la difficulté d'observer certains caractères discriminants du genre *Scutellospora* (bouclier de germination, paroi interne flexible) sur des spores prélevées au champ rend probable une confusion de genres. Enfin, ces deux genres sont phylogénétiquement très proches et ce n'est pas un hasard s'ils ont été taxonomiquement inclus dans une même famille, celle des Gigasporaceae (22,31).

Parmi les six genres des trois familles (Glomaceae, Acaulosporaceae et Gigasporaceae) formant l'ordre des Glomales, trois sont représentés au Sénégal, les deux genres paucispécifiques *Entrophospora* et *Sclerocystis* ainsi que le genre *Acaulospora* n'ont pas été observés. Cette absence s'expliquerait par le fait

que les deux premiers genres sont peu représentés en espèces. Par contre, la difficulté d'observer et d'identifier des espèces d'*Acaulospora* est souvent liée à la fragilité des structures annexes de leurs spores (saccules sporifères, hyphes de connexion). Cependant, leur exploration est possible par piégeage des spores sur plante hôte (8). Le genre *Sclerocystis* a récemment subi une révision par Almeida & Schenck (4) qui ont rangé les espèces dans le genre *Glomus* à l'exception de *S. coremioides*. Cependant, cette révision n'a pas été acceptée par Wu (32) qui, sur la base de caractères morphométriques propres aux spores de *Sclerocystis*, préconise le maintien de la totalité des espèces dans leur genre originel. Le genre *Entrophospora* qui ne renfermait que trois espèces (24), s'est enrichi d'une nouvelle espèce: *Entrophospora kentinensis* (33).

Il serait intéressant, pour mettre en évidence la diversité des Glomales dans les stations, d'utiliser l'une des méthodes de piégeage recommandées par Morton (21) et Walker (31) qui permet d'extraire un nombre moyen de spores relativement plus important que celui obtenu à partir d'une extraction effectuée directement avec le même sol non dilué. Cette technique permet, en outre, de disposer de spores de tout âge en quantité et en qualité pour des études systématiques fines (21,31) même si par ailleurs, elle ne tient pas compte de la compétition entre espèces de champignons pour la colonisation du système racinaire de la plante hôte et d'un éventuel état de dormance des spores (5,29).

## Références bibliographiques


1. Abe J.I.P., Masuhara G. & Katsuya K., 1994. Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in coastal dune plant communities I. Spore formation of *Glomus* sp predominates under a patch of *Elymus mollis*. Mycoscience, **35**: 233, 238.

2. Allen M.F. & Boosalis M., 1983. Effects of two species of VA mycorrhizal fungi on drought tolerance of winter wheat. New Phytol., **93**: 67, 76.

3. Allen M.F., Moore Jr T.S. & Christensen M., 1979. Growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal and nonmycorrhizal *Bouteloua gracilis* in a defined medium. Mycologia, **71**: 666, 669.

4. Almeida R.T. & Schenck N.C., 1990. A revision of the genus *Sclerocystis (Glomaceae, Glomales)*. Mycologia, **82**: 703, 714.

5. An Z.Q., Hendrix J.W., Hershman D.E. & Henson G.T., 1990. Evaluation of the "Most Probable Number" (MPN) and wet-sieving methods for determining soil-borne populations of endogonaceous mycorrhizal fungi. Mycologia, **82** (5): 576, 581.

6. Bâ A.M., Dalpé Y. & Guissou T., 1996. Les Glomales d'*Acacia holosericea* et d'*Acacia mangium*, Bois et Forêts des Tropiques, **250** (4è trimestre 1996).

7. Dalpé Y., 1989. Inventaire et répartition de la flore endomycorhizienne de dunes et de rivages maritimes du Québec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle Ecosse. Rev. Ecol. Syst., **116**: 219, 236.

8. Diallo A.T., 1994. Contribution à l'étude taxonomique et écologique des Glomales (Champignons endomycorhiziens) du Sénégal. DEA, UCAD, Dakar, 66 p.

9. Diem H.G., Guèye I., Gianinazzi-Pearson V., Fortin J.A. & Dommergues Y.R. (1981). Ecology of VA mycorrhizae in the Tropics: the semi-arid zone of Senegal. Acta Oecologica, Oecol. Plant., **2**: 53, 62.

10. Diop T.A., Plenchette C., Strullu D.G., Gueye M. & Dreyfus B.L., 1994. Acacias du Sénégal: un espoir pour l'agriculture. La Recherche, **269** (25): 1045, 1047

11 Ducousso M., 1990. Importance des symbioses racinaires pour l'utilisation des acacias en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Lyon I, 260 p.

12. El-Giahmi A.A., Nicolson T.H. & Daft M.J., 1976. Endomycorrhizal fungi from Libyan soils. Trans Br. Mycol. Soc., **67**: 164-169.

13. Gerdemann J.W. & Nicolson T.H., 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans Br. Mycol. Soc., **46**: 235, 244.

14. Gerdemann J.W. & Trappe J.M., 1974. Endogonaceae in the Pacific Northwest. Mycologia Mem. **5**: 1, 76.

15. I.T.C.F., 1991. Stat-I.T.C.F.. Manuel d'utilisation (Editions I.T.C.F., Céréaliers de France).

16. Johnson N.C., Zak D.R., Tilman D. & Pflefer F.L., 1991. Dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizae during old field succession. Oecologia, **86**: 349-358.

17. Josserant M., 1983. La description des champignons supérieurs. Editions Le chevalier S.A.R.L., Paris, 392 p.

18. Le Houerou H.N., 1989. The grazing land of the African Sahel. Ecological Studies **75**, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 282 p.

19. Lebrun J.-P. & Stork A.L., 1992. Enumération des plantes à fleurs d'Afrique Tropicale, Vol. **2**, Conservatoire et Jardin botaniques éd., Genève, 257 p.

20. M.A.B., 1979. Carte de la répartition mondiale des régions arides, notes explicatives, notes techniques n° 7, UNESCO Ed.. Paris, 55 p.

21. Morton J.B., 1992. Problems and solutions for integration of glomalean taxonomy systematic biology and the study of endomycorrhizal phenomena. Mycorrhiza, **2**: 97, 109.

22. Morton J.B. & Benny G.L., 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, *Glomales*, two new suborders, *Glomineae* and *Gigasporineae*, and two new families, *Acaulosporaceae* and *Gigasporaceae*, with an emendation of *Glomaceae*. Mycotaxon, **37**: 471, 491

23. Omar M.B., Bolland L. & Heather W.A., 1979. A permanent mounting medium for fungi. Bull. Br. Mycol. Soc., **13**: 31, 32.

24. Redhead J.F., 1977. Endotrophic mycorrhizas in Nigeria: species of the *Endogonaceae* and their distribution. Trans Br. Mycol. Soc., **69**: 275, 280.

25. Sieverding E., 1991. Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Schriftenreihe der GTZ, **224**: 374 p.

26. Schenck N.C. & Pérez Y., 1987. Manual for identification of VA mycorrhizal fungi (First Edition Synergetic Publications). Gainesville, Florida, USA, University of Florida, 245 p.

27. Strullu D.G., Perrin R., Plenchette C. & Garbaye J., 1991. Les mycorrhizes des arbres et des plantes cultivées. Ed: Tech et Doc.-Lavoisier.

28. Thoen D., 1987 First observations on the occurrence of Vesicular Arbuscular Mycorrhizae (VAM) in Hydrophytes, Hygrophytes, Halophytes and Xerophytes in the region of Lake Retba (Cap-Vert. Senegal) during the dry season. Mém. Soc. Roy. Bot., **9**: 60, 66.

29. Tommerup I.C., 1983. Spore dormancy in VA mycorrhizal fungi. Trans. Brit. Mycol. Soc., **81**: 37, 45.

30. Walker C., 1992. Systematics and taxonomy of the arbuscular endomycorrhizal fungi (*Glomales*). A possible way forward. Agronomie, **82**: 192, 207.

31 Walker C. & Sanders F.E., 1986. Taxonomic concepts in the *Endogonaceae*: III. The separation of *Scutellospora* gen. nov. from *Gigaspora* Gerd. & Trappe. Mycotaxon **27**: 169, 182.

32. Wu C.-G., 1993. *Glomales* of Taiwan: IV. A monograph of *Sclerocystis* (Glomaceae). Mycotaxon **49**: 327-349.

33. Wu C.-G., Liu Y.S., Hwuang Y.L., Wang Y.P. & Chao C.C., 1995. Glomales of Taïwan. 5. *Glomus chimonobambusae* and *Entrophospora kentinensis*, spp. nov. Mycotaxon **53**: 283, 294.



A.T. Diallo : Sénégalais. Titulaire du DEA en dernière année de Thèse, à l'ENSA.
Dr p.i. Samb : Sénégalais. Maître de conférences, Université Cheikh Anta Diop (UCAD).
Dr M. Ducousso : Français. chercheur, DRPF/ISRA.

# Etude de la biodégradation accélérée du lindane dans le sol

M. Bennaceur*, J. Bastide** & C.M. Coste**

Keywords: Lindane - Treatments - Rapid Degradation - Soil - Microrganism.


## Résumé

*Une biodégradation rapide du lindane a été observée dans les sols traités plusieurs fois avec l'insecticide. Le taux de disparition du lindane augmente avec la fréquence des applications. Il s'est constitué probablement une microflore progressivement adaptée qui est à l'origine de ce phénomène.*

*Une bactérie* Bacillus *sp., responsable de la biodégradation rapide du produit a été isolée.*

## Summary

**Rapid Biodegradation of Lindane Soil**

*The rapid degradation of lindane in soils after multiple treatments was studied under laboratory conditions. The rate of lindane disappearance increased with the increase in the frequency of application. After the fourth application of lindane, more than 85% of the applied chemical was lost within 8 weeks (70% in control soil). The rapid loss of lindane in the field for the long term experiment itself suggested that some lindane decomposing microrganisms had accumulated.*

*A bacteria (*Bacillus *sp) was isolated as lindane decomposing microrganism.*


## Introduction

Certains pesticides sont considérés comme les composés chimiques persistants, relativement moins tolérés dans la biocénose et pouvant présenter des risques d'accumulation dans l'environnement. Des travaux récents cependant, ont montré que cette persistance était réduite dans les pays tropicaux et chauds ou les conditions climatiques sont différentes et l'activité microbienne des sols beaucoup plus complexe (6,10). Une dissipation rapide du produit peut également s'opérer dans les sols possédant un historique de traitement, pouvant donner lieu par ailleurs à un phénomène d'adaptation et à une perte d'efficacité du traitement.

Cela était le cas par exemple pour le diazinon qui présentait une cinétique de dégradation plus rapide lors des taitements successifs des sols (1), du méthyl parathion dans les sols des rizières (8) ainsi que du carbofuran sur des sols sablo-argileux (2).

Les données sur le phénomène de la biodégradation accélérée et des bactéries dégradants les insecticides organochlorés sont assez mal connues et la persistance du phénomène d'adaptation des sols a fait l'objet d'un nombre réduit d'études malgré l'importance agronomique croissante de ce problème.

Dans ce travail, nous nous sommes intéressés à étudier ce phénomène sur des sols provenant d'une parcelle algérienne traitée pendant trois années consécutives avec le lindane et d'une parcelle sénégalaise traitée par le même produit mais de manière irrégulière.

## Matériel et méthodes

### Pesticide

Le lindane (isomère gamma,1,2,3,4,5,6 hexachlorocyclohexane), poudre mouillable 5% est fourni par Asmidal (Algérie). Le lindane standard 2 ppm provient de l'AIEA (Agence Internationale de l'Energie Atomique). Une gamme d'étalons établie à partir du standard est préparée à partir de la solution mère.

### Sols

Les sols proviennent de deux régions pédoclimatiques différentes. Le premier sol provient de la station expérimentale de l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) à Alger. Le second sol provient d'une parcelle agricole près de la capitale sénégalaise Dakar. Des sols non traités issus des mêmes parcelles ont servi de témoins. Les sols sont prélevés et tamisés à 2 mm puis stockés à 4°C jusqu'à analyse. Un mélange de 20% de sol traité (T) et de 80% de sol non traité (NT) est effectué pour les sols des deux régions.

### Méthode

20 g de sol contenant 12 µg de lindane pur dilué dans l'eau distillée sont introduits dans chaque flacon de 125 ml (4 flacons par analyse). Les sols préalablement tamisés sont bien mélangés de manière à bien homogénéiser le produit et l'humidité de chaque sol est ramenée à 22%. Les flacons sont fermés à l'aide de parafilm et placés dans un incubateur à 30°C. Une procédure similaire est effectuée pour le sol non traité et le mélange des deux sols (T et NT). Une opération

* Division agrochimie, CDTN, 2 Bd Frantz Fanon, Alger, Algérie.
** Centre de phytopharmacie, Université de Perpignan, France.
Reçu le 20.08.97 et accepté pour publication le 22.04.98.

identique est répétée pour le sol sénégalais. Les analyses sont effectuées le 1er jour et la 1ère, 2ème, 3ème, 4ème, 6ème et 8ème semaine après application du produit. L'effet de la stérilisation par autoclavage des sols à 120°C pendant 20 mn sur la dégradation du lindane a également été effectuée.

### Extraction

L'extraction est effectuée par agitation magnétique pendant une heure utilisant un mélange acetone-hexane (V-V,1-1). Le mélange est centrifugé à 15000 tr/min pendant 10 mn, filtré et évaporé à sec à l'évaporateur rotatif. Le résidu est repris dans 20 ml d'hexane pur et analysé par chromatographie phase gaz (GC Girdel muni d'un ECD). Les conditions opératoires sont les suivantes: température de colonne: 200°C, température d'injection: 240°C, température de détection: 300°C, colonne capillaire chromapack, pression 1 bar, gaz: azote pur.

Le rendement d'extraction des sols contaminés volontairement par une concentration connue de lindane est estimé à 89% de moyenne.

### Sélection des microorganismes dégradants le lindane.

Le milieu de culture (table 1) saturé en lindane (5 ppm) après agitation magnétique à 70°C et aseptiquement filtré, sur membrane millipore 0.22 µm est utilisé comme milieu pour l'enrichissement des bactéries dégradants le lindane et l'utilisant comme seule source de carbone et d'énergie.

**Tableau 1**
**Composition du milieu de culture**

| | |
|---|---|
| $K_2HPO_4$ | 1g |
| $KH_2PO_4$ | 1g |
| $NH_4NO_3$ | 1g |
| $MgSO_4.7H_2O$ | 0.2g |
| $Fe_2(SO_4)_3$ | 5mg |
| $Na_2MoO_4.2H_2O$ | 5mg |
| $MnSO_4.4H_2O$ | 5mg |
| Eau distillée | 1000 ml |
| pH | 7 |

Chaque fraction de 10 ml du milieu est placée dans un tube à essai auquel est inoculé 0,01 g de sol adapté.

Les tubes à essai sont incubés à 30°C en agitation continue et la détermination du produit est effectuée par GC toutes les 24 h après extraction à l'hexane. Dès que 80-90% de l'insecticide est dégradé, un volume de 0,1 ml de la solution du milieu est prélevé puis ensemencé dans un nouveau milieu de culture et placé dans un agitateur comme précédemment. Cette procédure est répétée une dizaine de fois jusqu'à enrichissement du milieu en bactéries dégradantes (7).

L'agar purifié, est dissous dans le milieu de culture (1,5%) pour la préparation des boîtes de Pétri. Préalablement, la solution du milieu est stérilisée par autoclavage à 120°C pendant 20 mn. Les boîtes sont inoculées avec une portion du milieu de culture enrichi et la surface des boîtes est recouverte par une pulvérisation de lindane à l'aide d'une solution d'ether saturée en lindane à 10% selon la méthode de Kiyokama (4). Les boîtes sont ensuite incubées à 30°C pendant plusieurs jours. Les colonies de bactéries avec une zone claire sont échantillonnées puis transférées dans un nouveau milieu de culture sur des boîtes de Pétri, recouvertes du produit et incubées comme précédemment. Cette procédure est répétée de manière à purifier les bactéries décomposant le lindane.

Le nombre de bactéries dégradant le lindane peut être compté, selon la méthode MPN (5) utilisant le même milieu de culture saturé de lindane.
Des échantillons de sol, collectés des deux sous-parcelles ITGC (T et NT) puis tamisés à 2 mm sont utilisés. 1 g de sol est mélangé à 10 ml du milieu de culture par agitation magnétique pendant 10 mn. Les dilutions suivantes sont effectuées: $10^{-1}$, $10^{-2}$, $10^{-3}$, $10^{-4}$, $10^{-5}$ à partir de la solution initiale (5 tubes par dilution). Les tubes sont incubées à 30°C pendant 4 semaines en agitation continue. Après incubation, les résidus de lindane sont déterminés par chromatographie gazeuse.

### Inoculation des sols non adaptés.

Des échantillons de sols n'ayant jamais fait l'objet de traitements préalables au lindane sont utilisés pour l'inoculation. Les sols sont tamisés puis inoculés par une portion du milieu de culture enrichi, préalablement centrifugé. Le résidu est repris dans de l'eau distillée. Les flacons contenant 20 g de sol et 12 µg de lindane

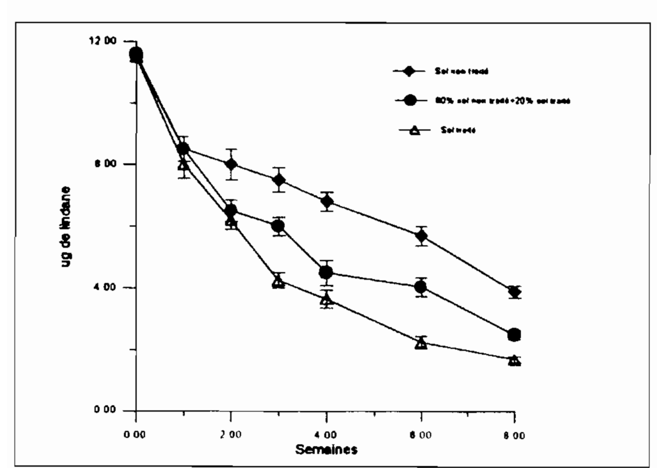



Figure 1. - Biodégradation du lindane sur le sol de l'ITGC (Alger)

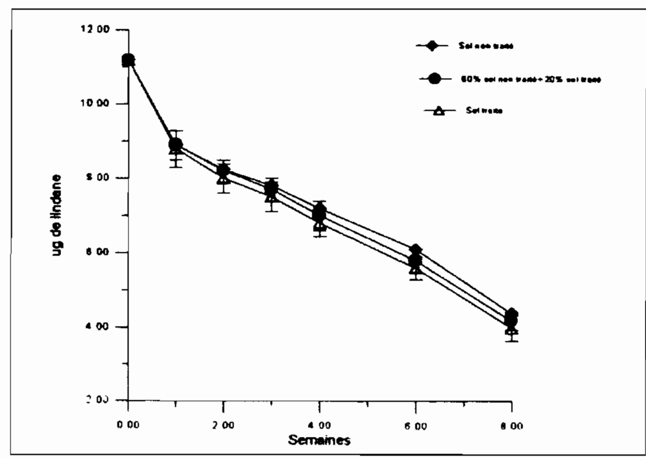



Figure 2. - Biodégradation du lindane sur le sol de Dakar

sont incubés à 30°C. L'extraction et l'analyse sont effectuées selon la méthode décrite précédemment. Le test de student t à été utilisé pour le calcul statistique.

## Résultats et discussion

Les figures 1 et 2 représentent respectivement les cinétiques de dégradation du lindane dans les sols algérien et sénégalais. Le premier sol présente une biodégradation significativement plus rapide pour le sol adapté à partir de la 2ème semaine ($p<0.005$). La disparition du produit est également élevée après l'inoculation de 20% du sol adapté. Cette étude concorde avec celle de Wada (9) ou une biodégradation accélérée du produit a été constatée par l'inoculation de 10% de sol adapté. Cette observation n'a pas été cependant confirmée dans le cas du sol sénégalais ou la différence entre la dégradation des deux sols (T et NT) n'était pas significative ($p>0.1$), probablement en raison des traitements ultérieurs irréguliers et d'une microflore non progressivement adaptée.

La biodégradation accélérée peut être fonction de l'importance de la priorité adaptive que constitue pour les bactéries leur possibilité à décomposer ce produit (microflore progressivement adapté) et cette priorité peut prendre la forme d'une capacité d'utilisation du produit comme source de carbone, ce qui semblerait être le cas pour le premier sol où les traitements ont été appliqués régulièrement et successivement pendant 3 années. La croissance de la population bactérienne ne semble pas être modifiée par la présence du lindane lorsque la biodégradation ne donne aucun avantage adaptif aux bactéries. A ce moment, la vitesse de réaction serait constante en fonction du temps en raison probablement de l'absence d'une microflore du sol adapté comme cela pouvait être le cas pour le second sol. Le phénomène de biodégradation de ces insecticides par une microflore progressivement adaptée pose le problème de la persistance de cette priorité adaptative dans les sols traités, particulièrement dans la perspective d'applications ultérieures de ces produits. En effet, si l'adaptation se maintient partiellement, en l'absence du substrat jusqu'à une nouvelle application du produit, la biodégradation de ce dernier

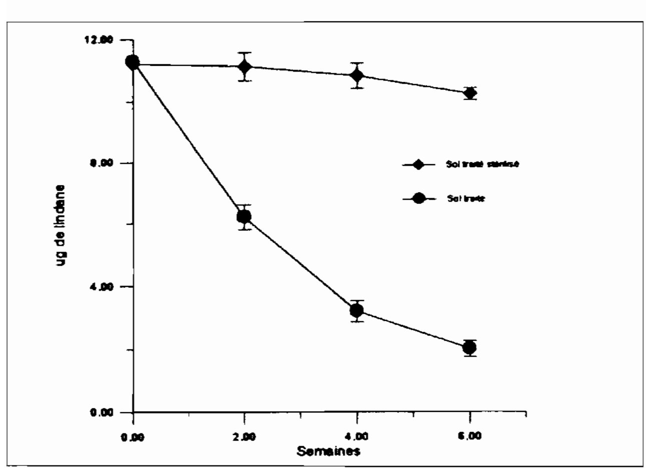



Figure 3. Effet de la stérilisation sur la dégradation du lindane sur le sol de l'ITGC.

ne connaîtra plus une phase de latence aussi longue que lors du premier traitement (3), pouvant entraîner ainsi un échec du traitement par manque de couverture de la période de risque. La figure 3 illustre bien le rôle des microorganismes dans la dissipation du produit.

La dégradation est interrompue suite à l'absence des microorganismes éliminés par la chaleur. La dégradation du lindane s'opèrerait de plus en plus rapidement et proportionnellement en fonction du nombre d'ensemencement sur le milieu de culture utilisé. Cette procédure a permis au bout du 10ème ensemencement d'obtenir une dégradation de plus de 95% du produit en moins de 4 jours (contre plusieurs semaines pour le milieu non enrichi). Le tableau 2 représente le pourcentage de dégradation du lindane dans les tubes contenant le milieu de culture saturé en gamma HCH selon différentes dilutions. Le pourcentage de dégradation du sol adapté est de 89,1% pour une dilution de $10^{-1}$ alors qu'il ne représente que 60,2% pour le même sol non adapté (tableau 2).

**Tableau 2**
**Pourcentage de dégradation du lindane dans les tubes contenant le milieu de culture saturé en lindane**

| | $10^{-1}$ | $10^{-2}$ | $10^{-3}$ | $10^{-4}$ | $10^{-5}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Sol possédant un historique de traitement (1) | 89,1 | 80,3 | 67,5 | 20,1 | 0 |
| Sol de possédant pas un historique de traitement (1) | 60,2 | 55,7 | 21,5 | 0 | 0 |

Chaque valeur représente la moyenne (± écart type) de plusieurs tubes. Le nombre de colonies par gramme de sol est déterminé par la méthode de MPN.

(1): Sol ITGC (Alger). L'extraction est effectuée à l'hexane et l'analyse des résidus est déterminée par CPG.

Après enrichissement du milieu de culture (7920 bactéries par gramme de sol pour le sol adapté contre 10 pour le sol non adapté), les bactéries dégradantes sont encore présentes à la dilution de $10^{-4}$, ce qui représente un pourcentage de dégradation de 20,1% pour le sol possédant un historique de traitement alors qu'il est nul pour le sol non adapté.

L'inoculation du milieu de culture enrichi (figures 4 et 5) a permis de constater une dégradation très rapide du produit, due probablement à la présence d'une microflore dégradante importante qui s'est développée lors de l'enrichissement du milieu.
Une bactérie (*Bacillus* sp.) responsable de la biodégradation accélérée dans le sol de l'ITGC a été isolée et identifiée.

D'autres facteurs liés aux conditions environnementales peuvent également intervenir dans ce phénomène et bien souvent les conditions qui favorisent une dégradation accélérée du lindane sont celles qui sont les plus favorables à une activité ou à une croissance microbienne. Il en est ainsi d'une élévation de température et d'humidité ou encore d'un apport de carbone.

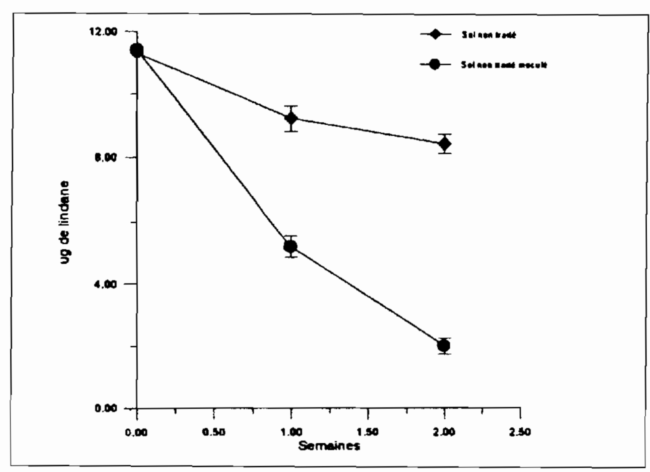



Figure 4. Biodégradation du lindane dans le sol ITGC inoculé par le milieu de culture enrichi.

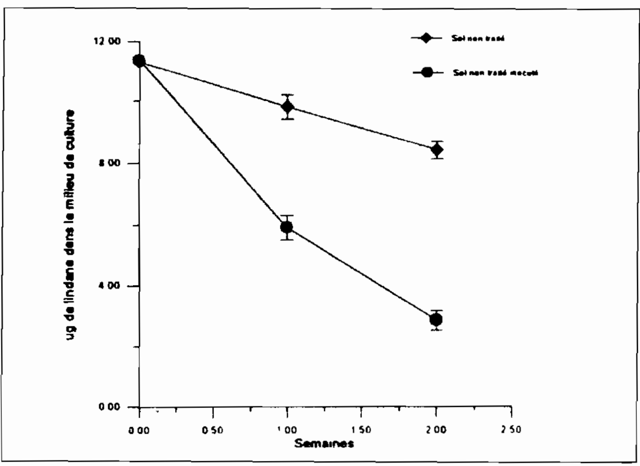



Figure 5. Biodégradation du lindane dans le sol de Dakar inoculé par le milieu de culture enrichi.

## Références bibliographiques

1. Forrest M., Lord K.A. & Walker N., 1981. Environ. Pollut., A24, 93.
2. Harris C.R., Chapman R.A., Harris C. & Tu C.M., 1984. J. Env. Sci. Health, B19 (1), 1-11
3. Kaufman D.D. & Edwards D.F., 1983, in: IUPAC pesticide chemistry: Human Welfare and the environment. 1. Miyamoto et al.(cds) NV: Pergamon Press, 177-182.
4. Kiyokara H., Nagao K. & Yiono K.. 1982, "Appli.Env.Microbiol., 43, 454.
5. Manual of method for general bacteriology, 1981, American Society for microbiol. Ed. Philip Gerhardt. Washington DC 2006.
6. Mercedes M. De Andréa & Flores-Ruegg E., 1988, in "Isotope technique for studying the fate of persistent pesticides in the tropics". IAEA-TECDOC 476 - Vienna, 53-59.
7. Senoo K. & Wada H., 1989, Soil Sci.Plant Nutr. **35**(1), 79-87.
8. Sethunathan N., 1973. J. Agric. Food Chem. 21, 602.
9. Wada H., Senoo K. & Takai Y., 1989, Soil Sci. Plant Nutr., **35**(1), 71-77.
10. Wandiga S.O. & Mghenyi J.M., 1988. in "Isotope techniques for studying the fate of persistent pesticides in the tropics". IAEA-TECDOC 476 - Vienna, 77-84.

M. Bennaceur: Algérien. Docteur en nutrition, Ingénieur agronome, Chargé de recherche, Chef de la division Agrochimie du CDNT, Alger.
J. Bastide: Français. Docteur en chimie organique. Directeur de recherche au Centre de phytopharmacie. Directeur du Groupe d'Etudes et de Recherches appliquées pluridisciplinaires à l'Université de Perpignan.
C.M. Coste: Français. Docteur, Professeur à l'Université de Perpignan, Directeur du Centre de phytopharmacie de l'Université de Perpignan.

# ERRATA

Volume 16-17,3, page 2 de couverture, au sommaire, ainsi que page 4 de couverture dans le contents, lire O.D. Koudandé en place de O.D. Koukandé.
Une omission a également été faite, Monsieur G. Dossou-Gbété co-auteur de l'article n'a pas été cité en page 127, ni repris en page 129.

# Etude morphologique et biologique de la coccinelle *Scymnus couturieri* Chazeau (Coleoptera-Coccinellidae) prédatrice de la cochenille farineuse du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero

D. Obame Minko* & Kouahou Foua-Bi**

Keywords: Predator - Description - Mealybug - Cassava - Ivory Coast.


## Résumé

Scymnus couturieri *est une coccinelle qui a été décrite pour la première fois de Côte-d'Ivoire (2). Mais cette étude morphologique n'a porté uniquement que sur l'adulte de l'insecte. L'action trophique développée par* S. couturieri *dans la régulation de l'abondance de la cochenille farineuse du manioc* Phenacoccus manihoti, *nous a amenés à approfondir cette description et à la compléter par l'étude des aspects morphologiques et des paramètres biologiques du prédateur. Le développement holométabole, la faible fécondité et la durée très longue du cycle biologique caractérisent le prédateur.*

## Summary

**Morphological and Biological Study of *Scymnus couturieri* Chazeau (Coleoptera-Coccinellidae), Predator of Cassava Mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera-Pseudococcidae) in Ivory Coast**

Scymnus couturieri *is a coccinellidae which was first described from Ivory Coast (2). But that morphological description was just based on the adult. The trophic action developed by* Scymnus couturieri *in the regulation of the abundance of the cassava mealybug led us to precise that description and to extend our knowledge of the coccinellidae by studying the morphological aspects and the biological parameters. The study brings to the fore the holometaboly development, the low fecondity and the long-lasting biological cycle of the predator.*


## Introduction

Les dégâts causés par la cochenille *P. manihoti* Matile-Ferrero sur le manioc sont spectaculaires et s'observent le plus souvent au niveau du feuillage et des bourgeons en particulier.
Pratiquement, toute la ceinture de culture du manioc est menacée (1,3), et près de 4,5 millions d'hectares de manioc sont en péril (5). Selon Nwanzé (7), les conséquences de ces dégâts sont estimées à 700 millions de francs cfa, soit 30% de la production totale en tubercules, sans compter des pertes en boutures et feuilles fraîches.
Depuis l'observation de cette dramatique situation, des moyens de lutte se sont multipliés et s'orientent préférentiellement vers la lutte biologique, par utilisation d'agents biologiques locaux ou exotiques. Contrairement aux auxiliaires exotiques, dont l'adaptation à la zone d'introduction nécessite une acclimatation, avec modification de l'écosystème ou de la biocénose (4), les *entomophages locaux* participent à l'équilibre de l'environnement écologique où ils vivent. En effet, l'introduction d'un agent exotique exige l'établissement d'inter-relations nouvelles entre l'auxiliaire introduit et les composantes de la biocénose d'acceuil, pour la constitution d'un complexe entomophage particulier permettant la régulation (4).
*S. couturieri* a retenu notre attention, du fait de son action prédatrice exercée sur la cochenille farineuse du manioc. C'est pourquoi, une étude morphologique et biologique a été envisagée, afin de connaître mieux le Coléoptère.

## Matériel et Méthodes

### Matériel

Le matériel animal est composé de la cochenille *P. manihoti* et de la coccinelle *S. couturieri*. Ont été utilisées, des boîtes d'élevage de 10 cm de diamètre en matière plastique transparente et aérées. Les observations ont été réalisées au microscope stéréoscopique (loupe binoculaire), de marque Wild M5. Nous avons utilisé le papier millimètré pour les différentes mesures de longueur des insectes.

**Méthodes et Techniques:** élevage de *S. couturieri*

Les adultes, groupés par 10 dans des boîtes d'élevage, sont nourris au moyen d'œufs de *P. manihoti*. Ils

* Département de biologie de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku B.P. 943 Franceville, Gabon.
** Département de biologie et l'Université d'Abidjan 22 B.P. 582 Abidjan 22, Côte-d'Ivoire.
Adresse de correspondance: D. Obame Minko, B.P. 694 Franceville. Gabon.
Reçu le 29.07.97 et accepté pour publication le 05.05.98.

ont à leur disposition un peu de coton imbibé d'eau. Leur nourriture est renouvelée tous les jours. Pour l'observation du cycle de développement, des couples sont isolés dans des boîtes d'élevage, jusqu'à la ponte. Dès l'apparition des œufs de *S. couturieri*, ces couples sont séparés de ceux-ci et sont transférés chaque matin dans une boîte propre.
L'observation de l'œuf et le suivi du développement de la larve jusqu'à l'adulte sont l'objet de l'étude morphologique.
Dans la serre où s'effectue l'élevage, la température et l'hygrométrie moyennes sont de 27°C et 86% respectivement, et la photopériode est celle du rythme circadien.
Les résultats expérimentaux sont donnés sous la forme d'une moyenne et d'un écart-type.

## Résultats

### L'œuf

Les œufs de *S. couturieri* sont pondus dans l'ovisac de la cochenille *P. manihoti*. Il se confondent avec ceux de la cochenille nouvellement pondus et sont donc difficilement repérables. La distinction se fonde essentiellement sur la taille qui est légèrement plus grande que celle des œufs de la cochenille.
L'œuf de *S. couturieri* est oblong, de couleur jaune-citron, avec des reflets métalliques bleuâtres. Il mesure en moyenne 0,5 mm de grand axe pour 0,3 mm de petit axe. La couleur de l'œuf ne change pas avec l'âge. 65 œufs mesurés ont donné une longueur moyenne de 0,5 mm, avec un écart-type nul (tableau 1).

### La larve

Fraîchement dégagée du chorion, la larve néonate est peu allongée et élargie à la partie céphalothoracique. Elle est de couleur jaune-citron avec des yeux marrons, et mesure de 0,5 à 0,8 mm. On distingue dorsalement deux rangées de taches sombres, généralement symmétriques.
Après 24 heures, la larve néonate se recouvre de filaments blancs, qui lui permettent de se confondre avec la structure blanche et cotonneuse de l'ovisac de la cochenille. La larve a un aspect campodéiforme, et passe par 4 stades larvaires. Le nombre de segment somatiques est de 11, et ne varie pas quel que soit le stade larvaire. En dehors de la taille qui augmente et des pièces buccales qui deviennent vulnérantes, il n'y a pas de grandes différences morphologiques d'un stade à l'autre. On note des filaments de soie aux bords latéraux des segments et au niveau de l'extrémité postérieure.
La taille de la larve ne varie pas avec le sexe. La larve de deuxième stade mesure de 0,8 à 1 mm de long, celle du troisième stade de 1 à 1,3 mm, et enfin celle du quatrième stade de 1,3 à 3 mm.
La mesure de 65 larves de chaque stade a donné une longueur moyenne de 0,7 mm et un écart-type de 0,1 pour le premier stade, 0,9 mm et 0,1 pour le deuxième stade, 1,2 mm et 0,1 pour le troisième stade, et 2,2 mm et 0,7 pour le quatrième stade (tableau 1).

**Tableau 1**
**Taille moyenne et écart-type des stades de développement de *S. couturieri***

| | Moyenne (mm) | E.-type |
|---|---|---|
| œuf | 0,5 | 0 |
| $L_1$ | 0,7 | 0.1 |
| $L_2$ | 0,9 | 0,1 |
| $L_3$ | 1,2 | 0,1 |
| $L_4$ | 2,2 | 0,7 |
| Imago | 1,8 | 0 |

### La nymphe

Au terme de son développement, la larve de 4e stade ($L_4$) cesse progressivement de s'alimenter; elle se fixe sur un support par sa partie postérieure, puis se replie sur elle-même: c'est le début de la nymphose. Entre les 3e et 4e jours qui suivent le début de la nymphose, apparaît la couleur brune du tégument nymphal ainsi que sa couverture sétifère. On peut distinguer 8 à 10 segments abdominaux, dont les 4 premiers sont couverts latéralement par une structure particulière en forme de réceptacle, séparant la tête de l'abdomen. La nymphe mesure en moyenne 1,8 mm de longueur, avec un écart-type de 0,1.

### L'adulte

*S. couturieri* adulte est une petite coccinelle, de taille inférieure à 2 mm, ovale et finement pileuse. La mesure de 65 *S. couturieri* adulte a donné une longueur moyenne de 1,8 mm et un écart-type nul (tableau 1). Par la même étude, a été relevée une largeur moyenne de 1,3 mm avec un écart-type nul; et la plus grande largeur étant de 1,5 mm.
Chez le mâle, la tête est entièrement jaune. Chez la femelle, le front est brun à sombre. L'écusson est brun à brun sombre. Les élytres sont noirs, avec chacun une tache floue brun-jaune. Les deux taches peuvent se joindre postérieurement pour délimiter au centre une tache noire en fer de lance plus ou moins large. Les appendices sont jaunes. Les cinq premiers segments abdominaux ainsi que l'extrémité du sixième sont jaune à brun-clair.

## Etude biologique et éthologique

### Ponte et fécondité

Juste avant la ponte, la femelle reste immobile et soulève les élytres, ensuite, elle baisse son abdomen animé de mouvements contractiles brusques (durant 3 à 4 secondes) suivis du dépôt d'un œuf. La coccinelle pond

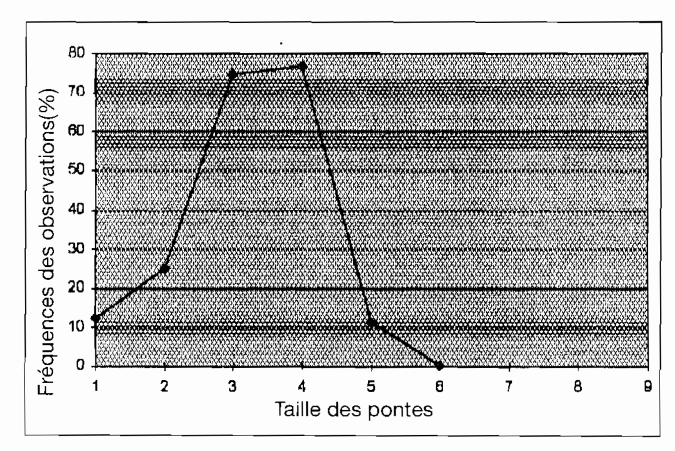


**Tableau 2**
**Fécondité de 15 couples de *S. couturieri***

| Insectes | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | Total | Moy. | E.-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nbre d'œufs | 25 | 24 | 24 | 25 | 25 | 23 | 24 | 20 | 25 | 24 | 25 | 24 | 26 | 24 | 25 | 363 | 24,2 | 1,4 |

**Tableau 3**
**Descendance de *S. couturieri* en condition naturelles**

| Couples | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | Total | Moy. | E.-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Imagos | 15 | 10 | 23 | 14 | 20 | 13 | 15 | 17 | 11 | 22 | 19 | 10 | 14 | 15 | 17 | 20 | 15 | 19 | 21 | 18 | 328 | 16,4 | 3,7 |

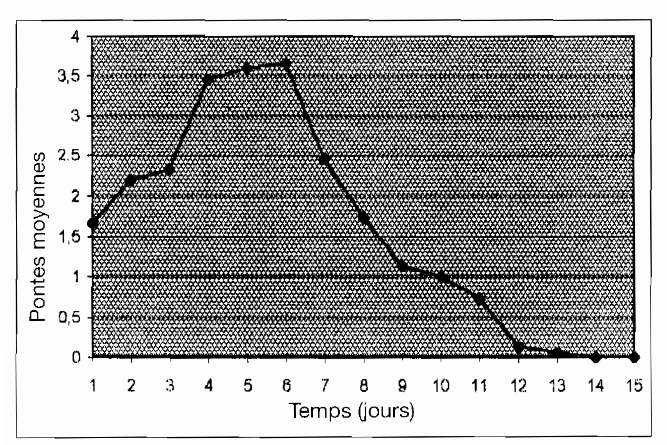



Figure 2. - Rythme moyen de ponte de 15 *S. couturieri*

dans l'ovivac de la cochenille. Ceci protège les œufs des prédateurs éventuels et des intempéries et permet aux jeunes larves de se nourrir dès l'éclosion. Les pontes sont irrégulières et on peut observer par endroit, des tas de 3 à 4 œufs isolés. La figure 1 présente la distribution de fréquences de la taille des pontes.

En élevage, la moyenne des pontes (fécondité) est de 24,2 ± 1,4 œufs (tableau 2).

La figure 2 montre que le rythme de la ponte atteint son niveau le plus élevé au 6e jour pour ensuite décroître et devenir nul au 14e jour.

## Eclosion

Une étude réalisée sur 65 œufs révèle que l'incubation dure de 3 à 5 jours dans nos conditions d'étude, avec une moyenne de 3,9 jours et un écart-type de 0,8.
A son complet développement, l'embryon est animé de mouvements qui occasionnent une pression sur le chorion qui éclate progressivement au bout de 15 à 20 minutes. La jeune larve qui en sort reste dans un premier temps collée sur le chorion, elle s'en dégage quelques minutes plus tard.

## Descendance

Le nombre de descendants, étudié à partir de 20 couples de *S. couturieri* est de 16,4 ± 3,8 imagos en moyenne (tableau 3), avec des valeurs extrêmes de 10 et 23.

## Cycle biologique

Contrairement aux œufs, les jeunes larves de la coccinelle sont facilement reconnaissables. Il est donc possible de les suivre individuellement depuis l'éclosion jusqu'à l'imago et aux larves néonates ($L_1$), de la génération fille. Dans les conditions de la serre, la durée de développement observée est résumée dans le tableau 4. Les valeurs expérimentales recueillies révèlent que les durées moyennes du premier et du troisième stades sont comparables (5,9 ± 0,8 jours et 5,3 ± 0,5 jours respectivement). Celle du deuxième stade est la plus courte (3,2 ± 0,4 jours). Celle du quatrième stade est la plus longue et est de 7,2 ± 0,7 jours. La nymphe a une durée moyenne de développement égale à 13 ± 1,9 jours. En tenant compte de ces valeurs, la durée du cycle biologique de *S. couturieri* est de 38,5 ± 2,1 jours.

**Tableau 4**
**Cycle biologique de *S. couturieri***

| Stade | œuf | $L_1$ | $L_2$ | $L_3$ | $L_4$ | Nymphe | Cycle |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durée (jours) | 3,9 | 5,9 | 3,2 | 5,3 | 7,2 | 13 | 38,5 |
| Ecart-type | 0,8 | 0,8 | 0,4 | 0,5 | 0,7 | 1,9 | 2,1 |

## Durée de la vie de l'imago

La forme imaginale de *S. couturieri* étant la plus vorace (9), elle est donc la plus utile dans la lutte contre la cochenille *P. manihoti*. Une étude de la durée de vie de l'imago s'avérait nécessaire. Les valeurs expérimentales contenues dans le tableau 5 indiquent que la longévité moyenne de l'imago est de 52,4 ± 23,3 jours, soit à peu près deux mois

## Discussion et conclusion

Les études morphologiques et biologiques sont nécessaires pour la connaissance des insectes. La coccinelle *S. couturieri*, qui présente pourtant des propriétés intéressantes dans le cadre de la lutte contre *Phenacoccus manihoti*, n'a jamais fait l'objet de telles

**Tableau 5**
**Durée de vie de 40 adultes de *S. couturieri* en conditions naturelles**

| Insecte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durée (jours) | 80 | 75 | 62 | 25 | 85 | 40 | 11 | 40 | 86 | 34 | 75 | 86 | 38 | 84 | 31 | 80 | 75 | 16 | 57 | 13 | 19 | 80 |

| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | Total | Moy. | Ec.-type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 69 | 39 | 24 | 39 | 43 | 82 | 67 | 75 | 35 | 29 | 27 | 68 | 57 | 54 | 61 | 45 | 42 | 50 | 2098 | 52,4 | 23,3 |

études. C'est pourquoi, il nous est apparu impérieux d'étudier l'entomophage depuis l'œuf jusqu'à l'imago en passant par les stades intermédiaires. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux principaux paramètres biologiques dont la connaissance est fondamentale si l'on envisage une lutte.
Notre étude apporte un entomophage indigène de plus dans l'entomofaune locale connues de *P. manihoti*, au peu d'espèces repertoriées à ce jour (4).

Sur le plan morphologique, le développement de *S. couturieri* correspond à celui des Coléoptères d'une manière générale. Il s'agit d'un développement holométabole; la larve, la nymphe et l'imago étant morphologiquement différents entre eux. Il n'y a pas de différences morphologiques notables entre les différents stades larvaires d'une part et entre le mâle et la femelle d'autre part.
L'étude de la morphologie de *S. couturieri* a été nécessaire pour une meilleure connaissance de l'espèce, qui semble jouer un rôle non négligeable dans la régulation des populations de la cochenille *P. manihoti* (9). Cette étude morphologique, bien que non exhaustive, a complété la description de Chazeau & Couturier (2), qui portait uniquement sur l'imago de l'espèce.

Sur le plan de la biologie, l'étude des principaux caractères biologiques au laboratoire est indispensable, pour mieux comprendre le comportement de l'insecte dans son milieu de vie naturel.
Cette étude nous a montré que la coccinelle est étroitement liée à la cochenille *P. manihoti*. La ponte des œufs dans l'ovisac du ravageur pourrait, dans une certaine mesure, justifier cette adaptation du prédateur à son hôte.
L'holométabolie observée nous a permis de connaître la coccinelle sous ses différentes formes biologiques. Ce qui permet de mieux suivre son évolution au champ.
D'après les résultats expérimentaux, chaque femelle de *S. couturieri* peut pondre en moyenne 1,8 ± 1,2 œufs par jour (9), alors que la fécondité est de 24,2 ± 1,4 œufs au total. Comparativement au rythme de ponte et à la fécondité de *P. manihoti* qui sont très élevés (3 à 60 œufs par jour et 200 à 400 œufs respectivement) selon Leuschner (6), *S. couturieri* peut, à priori, être perçu comme un auxiliaire ne pouvant jouer un rôle régulateur considérable sur le ravageur. Mais, tout le cycle biologique du Coccinellide offre plutôt un grand intérêt, dans la mesure où, outre l'imago, les larves consomment également la cochenille. De plus, la durée de vie de l'imago, forme la plus vorace du Coccinellide, est en moyenne de 52,4 ± 23,3 jours, soit sensiblement deux mois au cours desquels le prédateur pourra consommer la cochenille. Cette particularité constitue un avantage indéniable et peut compenser, dans une certaine mesure, le handicap créé par une durée trop longue du cycle biologique (38,5 jours) de l'auxiliaire, par rapport à la durée du cycle du ravageur qui se situe autour de 27 jours dans nos conditions climatiques (8).

L'étude des caractéristiques morphologiques, basée essentiellement sur la reconnaissance des différents stades de vie du prédateur a permis de mieux connaître l'insecte.
En dépit de l'avantage offert par une durée de vie importante de l'imago, on relève des faiblesses au niveau des paramètres biologiques du prédateur (faible vitesse de ponte et durée trop longue du cycle essentiellement).

Ainsi, pour faire une appréciation réelle de l'efficacité de *S. couturieri* dans la lutte contre *P. manihoti*, une étude quantitative, intégrant les niveaux et la vitesse de consommation du ravageur doit être envisagée.

## Remerciements

Je voudrais que les Professeurs Aouti Akossi Salomon et Foua- BI Kouahou du laboratoire de zoologie et biologie animale de l'université nationale de la Côte-d'Ivoire, reçoivent ici, l'expression de ma profonde et respectueuse reconnaissance. Il en est de même de Monsieur Roger Vuattoux, Directeur de la station écologique de Lamto en Côte-d'Ivoire. Ces trois éminentes personnalités du monde scientifique sont aussi mes anciens Professeurs, ils ont été pour moi des stimulants. Je les remercie pour leurs précieux conseils qui m'ont permis de m'intéresser très vite à l'entomologie.

## Références bibliographiques

1 Boussienguet J., 1984. Bioécologie de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile - Ferrero et de ses ennemis naturels au Gabon. Thèse de Doctorat 3e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, spécialité: entomologie, 151 p.

2. Chazeau J. & Couturier G., 1986. Coléoptères Coccinellidae de Côte-d'Ivoire: la faune de la forêt de Taï. Revue Fr. ent., (N.S.), **7** (5): 309-330.

3. Fabres G., 1987. Influence de la "capacité limite dans la régulation de l'abondance d'un phytophage: le cas de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* au Congo. Bilan des travaux de l'équipe franco-congolaise 1985-1987, ORSTOM-DGRST: 43-52.

4. Fabres G. & Nénon J.P., 1997. Biodiversité et lutte biologique: Le cas de la cochenille du manioc en Afrique. J. African Zoology, 111 (1): 7-15.

5. Herren H.R. & Bennett F.D., 1984. Maladies et insectes nuisibles du manioc: Propagation et moyens de lutte. Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA). Communication présentée à la conférence du bureau du Commonwealth pour l'agriculture sur l'accroissement de la production agricole en Afrique, Arusha (Tanzanie), 12-18 février 1984, 11 p.

6. Leuschner K., 1977. Preliminary observations on the cassava mealybug. Proc. int. workshop on the cassava mealybug. IITA, Ibadan, Nigeria, 15-19.

7. Nwanzé K.F., 1982. Relationships between cassava root yields and crop infestations by the mealybug *Phenacoccus manihoti*. Tropical Pest Management, **28**: 27-32.

8. Obame Minko D., 1991. Effet de quelques facteurs (température et hygrométrie) sur la fécondité et le cycle biologique de la cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Homoptera, Pseudococcidae). Mémoire de D.E.A. Université Nationale de Côte-d'Ivoire, 64 p.

9. Obame Minko D., 1993. Etude de l'entomofaune inféodée à *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero en basse Côte-d'Ivoire. Relation trophique entre l'hôte (*Phenacoccus manihoti*, Homoptera-Pseudococcidae), un parasite (*Epidinocarsis lopezi*, Hymenoptera-Encyrtidae) et un prédateur (*Scymnus couturieri*, Coleoptera-Coccinellidae). Thèse de Doctorat 3e cycle Université Nationale de Côte-d'Ivoire, 145 p.

D. Obame Minko: Gabonais. Doctorat 3ème cycle, spécialité entomologie, Université nationale de la Côte-d'Ivoire. DEA en écologie tropicale, option écologie animale, Université nationale de Côte-d'Ivoire. Assistant au Département de Biologie de la Faculté des Sciences de l'Université des Sciences et Techniques de Masuku (USTM).
Kouahou Foua-Bi: Ivoirien. Doctorat d'Etat ès sciences naturelles, spécialité: entomologie, Université nationale de Côte-d'Ivoire. Doctorat 3ème cycle, spécialité entomologie, Université de Paris VII, France. Professeur titulaire à la Faculté des Sciences et Techniques de l'Université nationale de Côte-d'Ivoire.

# Germination des semences, développement et croissance de quelques essences locales en zone forestière

P.M. Mapongmetsem*[1], B. Duguma[2], B.A. Nkongmeneck[3] & E. Selegny[4]

Keywords: Indigenous species - Germination - Development - Initial growth


## Résumé

*Des études ont été conduites sur huit essences locales à usages multiples:* Alstonia boonei. *De Wild,* Ceiba pentandra *(L.)Gearth,* Cordia platythyrsa *Bark.,* Milicia excelsa *(Welw) c.c Berg.,* Pycnanthus angolensis *(Welw) Warb.,* Ricinodendron heudelotii *(Baill.) Pierre ex Pax.,* Terminalia superba. *Engl. et Diels et* Triplochiton scleroxylon *K. Schum. Le but de l'étude était d'évaluer les capacités germinatives, la croissance initiale et le développement des plantules à la pépinière. Les résultats ont montré que la scarification manuelle est le prétraitement le plus efficace.* Ceiba pentandra *et* Ricinodendron heudelotii *montrent une croissance rapide. Le système racinaire des espèces est pivotant.*

## Summary

**Seed Germination, Growth and Development of some Local tree Species of the Forest Zone**

*Studies were conducted on eight indigenous multipurpose trees species:* Alstonia boonei. *De Wild,* Ceiba pentandra *(L.)Gearth.,* Cordia platythyrsa *Bark.,* Milicia excelsa *(Welw) c.c Berg.,* Pycnanthus angolensis *(Welw) Warb.,* Ricinodendron heudelotii *(Baill.) Pierre ex Pax.,* Terminalia superba. *Engl. et Diels et* Triplochiton scleroxylon *K. Schum. The objective of the study was to evaluate germination capacity, development and growth rate of the seedlings of the above mentionned species. The results showed that manual of seeds was clearly superior to the use of the other methods. For the initial growth,* Ceiba pentandra *and* Ricinodendron heudelotii *had the fastest growth. All the species developped tap root system.*


## Introduction

Dans la plupart des régions tropicales du monde, la culture itinérante sur brûlis reste encore le système agricole prédominant. On peut considérer que cette pratique agricole est biologiquement et économiquement intéressante tant que la pression démographique n'est pas trop importante. Actuellement, l'explosion démographique que connaît de nombreuses régions tropicales se traduit par un raccourcissement ou une élimination de la jachère et une destruction insidieuse de la forêt. Ainsi, le problème de la reconstitution de la fertilité des sols, jadis résolu par ce même système, n'a plus trouvé de solution. Les options actuelles consistent à renverser la tendance en pratiquant une agriculture durable où l'exploitant pourra à long terme non seulement stabiliser son exploitation, mais protéger la forêt et les sols tout en augmentant sa productivité agricole. L'agroforesterie est l'une des alternatives pouvant répondre à ces objectifs. Mais il se trouve que pour de nombreuses technologies (jachère améliorée, jardins de case, agriculture en couloirs, etc.) introduites dans cette zone, les paysans préfèrent les essences locales aux espèces exotiques dont la plupart leur sont inconnues. Parmi les préférences paysannes, figurent au premier rang les espèces qu'ils protègent déjà lors des défrichements culturaux comme: *Alstonia boonei, Ceiba pentandra, Cordia platythyrsa, Milicia excelsa, Pycnanthus angolensis, Ricinodendrum heudelotii, Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon*. Ces essences leur fournissent de nombreux produits (fruits, chenilles, fourrage, légumes) et leur rendent des services (restauration de la fertilité des sols, ombrage) (9,10,11).Bien que de nombreux travaux aient été consacrés à ces essences (1,12), peu d'investigations, à notre connaissance ont été accordées à leur croissance initiale (en dehors des renseignements généraux qui les qualifient d'essences à croissance rapide) et au développement de leurs plantules. A cela s'ajoute l'incapacité des paysans à les identifier au stade juvénile. Ce manque d'informations sur la morphologie de ces plantules limite sérieusement la domestication de ces arbres par les agriculteurs de la zone forestière du Cameroun. L'objectif de cette étude est de fournir des informations relatives à la morphologie et à la croissance des plantules, pouvant permettre leur identification au stade précoce. Ces renseignements pourront aider dans le choix des technologies agroforestières appropriées, ceci dans la perspective de l'intégration formelle de ces essences dans les paysages agraires de la zone forestière.

[1] Université de Ngaoundéré, Faculté des Sciences, B.P. 454 Ngaoundéré, Cameroun
[2] IRAD/ICRAF Projet B.P. 2067 Yaoundé, Cameroon
[3] Université de Yaoundé I, Faculté des Sciences, B.P. 812 Yaoundé, Cameroun
[4] Université de Rouen, B.P. 76821 Saint-Agnan, France
* Adresse de correspondance

Reçu le 27.01.98 et accepté pour publication le 27.05.98.

## Matériel et méthodes

### Caractéristiques du site d'étude

Le travail a été effectué dans la zone forestière du Cameroun. Le régime climatique est bimodal avec 4 saisons: 2 saisons sèches et 2 de pluie. La température moyenne annuelle est de 24°C tandis que la pluviométrie totale annuelle est de l'ordre de 1600 mm. La végétation est forestière et les sols ferralitiques prédominent.

### Choix des espèces

Les espèces qui font l'objet de ces investigations ont été sélectionnées à partir d'une enquête ethnobotanique réalisée dans 3 provinces du Cameroun (Est, Sud et Centre) (5). Les résultats de l'enquête ont révélé que les paysans de la zone forestière connaissent les plantes associées aux sols fertiles. Parmi ces essences, les plus importantes sont *Ceiba pentandra* (70% = interviews dans lesquelles figure l'espèce), *Terminalia superba* (57%), *Triplochiton scleroxylon* (56%), *Cordia platythyrsa* (24%), *Milicia excelsa* (24%), *Pycnanthus angolensis* (24%), *Alstonia boonei* (18%), *Ricinodendron heudelotii* (18%), *Ficus exasperata* (12%) and *Ficus mucuso* (10.5%).

### Méthologie

Pour la germination des graines, les essais ont été conduits dans les placeaux de la pépinière du projet IRA/ICRAF. Les semences ont été récoltées en 1990 et utilisées la même année. Les prétraitements utilisés étaient: la scarification manuelle (SM) des graines, leurs trempages dans l'eau bouillante (EB) pendant 3 mn, dans l'acide sulfurique à 98% (HS) pendant 20 mn et dans l'eau ordinaire (EO) pendant 24 h. Le dispositif expérimental était un Split - plot (2,8) à 4 répétitions. Les graines non traitées étaient considérées comme le témoin (CO). Les essences représentaient les traitements principaux tandis que les prétraitements constituaient les sous-traitements. Les placeaux correspondaient aux répétitions. L'unité expérimentale était constituée de 100 graines. Les graines prétraitées ont été mises à germer dans des sachets polyéthylènes à raison d'une par sachet. La visite des placeaux s'est faite tous les trois jours. Le nombre de graines germées était noté et les plantules étaient régulièrement observées depuis l'apparition des deux premières feuilles. L'identification des plantules s'est basée sur des caractères juvéniles (types morphologiques, forme des cotylédons et disposition des premières feuilles) (3,17). Sept mois après germination, les plantules ont été soigneusement sorties des sachets, à raison de 5 plants par répétition. La hauteur et le diamètre des axes aérien et souterrain ont été mesurés à l'aide d'un double décimètre et d'un pied à coulisse.

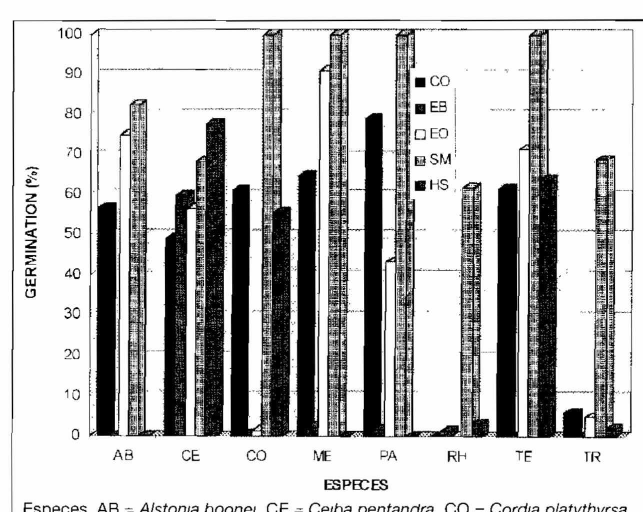
En ce qui concerne la description des racines, nous avons adopté, la nomenclature décrite en Côte-d'Ivoire (3). Le système racinaire est pivotant lorsque les racines latérales sont moins développées que la racine principale; dans le cas contraire, il est traçant. Lorsque les deux ont sensiblement le même développement, le système est dit mixte. Selon que les racines secondaires sont plus ou moins nombreuses, on a un système intensif ou extensif.

Les analyses ont porté sur la variance et la plus petite différence significative, effectuées à l'aide du programme Bstat (15).

## Résultats et discussion

### Germination des semences

L'effet espèce a été significatif (P=0,001) du fait des espèces *Ceiba pentandra* et *Terminalia superba* où un taux de germination de plus de 59% a été enregistré. Le pourcentage de germination varie de 13,3 (*Ricinodendron heudelotii*) à 62,3% (*Ceiba pentandra*). Quant à l'effet prétraitement, on note une différence significative (P=0,001). Le taux de germination varie de 8,19 (eau bouillante) à 85,21 (scarification manuelle). Ce résultat suggère l'efficacité de la scarification manuelle par rapport aux autres prétraitements. Ce résultat suggère l'efficacité de la scarification manuelle par rapport aux autres prétraitements. Ce résultat corrobore ceux obtenus sur la germination de *Leucaena leucocephala* (6), de *Ricinodendron heudelotii* (13), de *Tetraptera tetrapleura* (16) et de *Canarium schweinfurthii* (18). L'acide sulfurique a entraîné la destruction de nombreuses graines chez *Alstonia boonei, Milicia excelsa, Pycnanthus angolensis* et *Triplochiton scleroxylon*. Ce résultat indique que les téguments de ces espèces sont moins durs que ceux de *Acacia albida* (4). L'interaction espèce x prétraitement est significative (P=0,01). Cette caractéristique est liée au comportement des graines des espèces *Cordia platythyrsa, Milicia excelsa, Pycnanthus angolensis* et *Terminalia superba* chez lesquelles la scarification manuelle a permis d'obtenir un pourcentage de germination de 100% (Fig.1). Chez *Ricinodendron heudelotii,* seule la scarification manuelle, a favorisé un taux de germination élevé, indiquant l'existence d'une inhibition tégumentaire chez cette espèce. L'ébouillantage des graines a entraîné des dommages important chez toutes les espèces, suggérant que l'eau bouillante est entrée en contact avec l'embryon.




Especes. AB = *Alstonia boonei*, CE = *Ceiba pentandra*. CO = *Cordia platythyrsa*. ME = *Milicia excelsa*, PA = *Pycnanthus angolensis*, RH = *Ricinodendron heudelotii*, TE = *Terminalia superba* et TR = *Triplochiton scleroxylon*
Traitements: CO = Contrôle. EB = Eau bouillante, EO = Eau ordinaire, SM = Scarification manuelle, HS = Acide sulfurique (98%)

Figure 1. Influence des prétraitements sur la germination des essences

Pour ce qui est des phénomènes germinatifs, nos observations ont permis d'identifier une germination épigée et une hypogée. A l'exception de *Pycnanthus angolensis*, toutes les espèces ont une germination épigée.

## Morphologie des plantules

Les plantules sont du type morphologique phanérocotyle. En dehors de *Ricinodendron heudelotii* et *Pycnanthus angolensis* possédant des cotylédons charnus, les autres espèces ont des cotylédons foliacés. Chez *Alstonia boonei* et *Milicia excelsa*, nous avons noté la présence d'un latex blanc dans tout l'appareil végétatif. Ce résultat est avec ceux obtenus dans d'autres zones écologiques (3,19). S'agissant de la disposition des feuilles, les deux premières feuilles sont simples et opposées chez *Alstonia boonei,* subopposées chez *Terminalia superba,* lobées et opposées chez *Ceiba pentandra,* simples, alternes, stipulées et à bords dentés chez *Cordia platythyrsa, Milicia excelsa;* simples et alternes chez *Pycnanthus angolensis;* enfin lobées et alternes chez *Ricinodendron heudelotii* et *Triplochiton scleroxylon*. Chez *Triplochiton scleroxylon* les premières feuilles sont trilobées tandis que les suivantes sont pentalobées (fig.2). Le type morphologique de *Pycnanthus angolensis* est en accord avec les observations faites en forêt gabonaise (15).

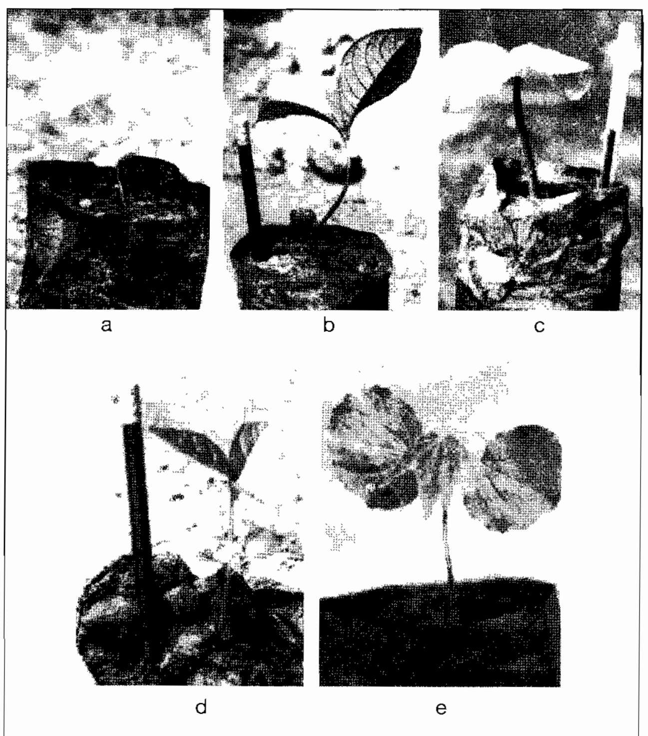



Figure 2. Plantules de *Ceiba pentandra* (a), *Pycnanthus angolensis* (b), *Ricinodendron heudelotii* (c), *Terminalia superba* (d) et *Triplochiton scleroxylon* (e).

En ce qui concerne le système racinaire, le pivot élabore peu de racines latérales. Mais ces dernières sont assez développées chez *Cordia platythyrsa, Milicia excelsa, Pycnanthus angolensis* et *Ricinodendron heudelotii*. Ce système est dit extensif par rapport à celui de *Alstonia boonei, Ceiba pentandra* et *Triplochiton scleroxylon* qui développe de nombreuses racines latérales fines et ramifiées. Le chevelu racinaire est important chez *Ceiba pentandra, Ricinodendron heudelotii* et *Triplochiton scleroxylon*. Ces trois espèces présentent un système radiculaire dense. Les racines latérales sont plus longues chez *Alstonia boonei, Pycnanthus angolensis, Cordia platythyrsa* et *Ricinodendron heudelotii*. Les racines secrètent un latex de couleur blanche chez *Alstonia boonei* et brune chez *Milicia excelsa*. Le système racinaire est mixte chez *Ricinodendron heudelotii* car les racines latérales sont autant développées que la racine principale. Cette observation est en accord avec celle réalisée dans la forêt ghanéenne (19). Chez *Triplochiton scleroxylon*, les racines tertiaires sont fines, courtes, de couleur noire et densement ramifiées dans le premier tiers du pivot. Dans la zone médiane, on note l'existence de très peu de racines secondaires. A l'extrémité, il existe quelques racines longues et ramifiées. Il découle de cette description que le système radiculaire de toutes ces essences est pivotant bien que présentant quelques variantes.

## Croissance initiale et développement des plantules

Pour ce qui est de l'axe aérien, la croissance verticale et latérale varient de 30 cm (*Milicia excelsa*) à 90 cm (*Ricinodendron heudelotii*), puis de 0,25 cm (*Pycnanthus angolensis*) à 0,85 cm (*Ricinodendron heudelotii*) respectivement. L'analyse de la variance révèle l'existence d'une différence significative (P=0.001) entre les différentes espèces. Cette disparité est induite par *Ricinodendron heudelotii, Ceiba pentandra* et *Terminalia superba*. Ce résultat suggère que chacune des espèces étudiées adopte un modèle de croissance indépendamment des autres bien que placées dans les mêmes conditions écologiques du milieu. Une analyse plus fine au DMRT (Duncan Mutiple Range Test) montre que les espèces *Ceiba pentandra, Ricinodendron heudelotii* et *Terminalia superba* sont les plus performantes tandis que *Milicia excelsa* est la moins efficace (Tableau 1). La croissance lente observée chez *Milicia excelsa* est en accord avec les observations faites au Cameroun (7). La croissance verticale et latérale des axes aérien et souterrain, est considérable chez *Ceiba pentandra* et *Ricinodendron*

**Tableau 1**
**Croissance des axes aérien et souterrain des plantes (7 mois)**

| Essences | Tige | | Racine | |
|---|---|---|---|---|
| | Hauteur (cm) | Diamètre (cm) | Hauteur (cm) | Diamètre (cm) |
| *Alstonia boonei* | 50d | 0,45c | 30e | 0,60c |
| *Ceiba pentandra* | 88a | 0,60b | 90a | 0,95b |
| *Cordia platythyrsa* | 68b | 0.40d | 30e | 0,85b |
| *Milicia excelsa* | 30e | 0,30f | 37d | 0.30e |
| *Pycnanthus angolensis* | 48d | 0,25g | 48c | 0,40d |
| *Ricinodendron heudelotii* | 90a | 0,85a | 65b | 1,00a |
| *Terminalia superba* | 87a | 0,35e | 27f | 0,50d |
| *Triplochiton scleroxylon* | 58c | 0.40d | 25g | 0,50d |
| Moyenne | 64,93 | 0,63 | 44,00 | 0.45 |
| PPDS 0,05 | 3,70 | 1,43 | 15,7 | 0,11 |
| CV % | 3,86 | 12.30 | 1.65 | 2,16 |

Les essences suivies par la même lettre ne sont pas significativement différentes.

*heudelotii*. Chez ces deux espèces, le développement des axes est sensiblement égal et suggère un équilibre parfait entre les deux axes du moins pour les sept premiers mois.

Concernant la croissance de l'axe souterrain on note que, *Ceiba pentandra* croît plus rapidemment en hauteur que les autres tandis que sur le plan latéral, c'est *Ricinodendron heudelotii* qui occupe le premier rang. La croissance de l'axe souterrain chez *Triplochiton scleroxylon* est plus lente. Le comportement de ces essences dans leur croissance initiale (7 mois) permet de les classer en 3 catégories: les espèces à croissance rapide composées de *Ceiba pentandra, Ricinodendron heudelotii* et *Terminalia superba*, puis les espèces à croissance lente (*Milicia excelsa*) et enfin les espèces à croissance intermédiaire au rang desquelles *Pycnanthus angolensis, Triplochiton scleroxylon, Alstonia boonei, Cordia platythyrsa*.

En ce qui concerne la croissance en épaisseur *Ricinodendron heudelotii* représente toujours le traitement le plus performant. Ce résultat suggère que cette Euphorbiacée appartient à la catégorie des essences locales à croissance rapide (13). Cependant la croissance de ces espèces indigènes, comparée à celle des espèces exotiques comme *Albizia falcataria, Calliandra calothyrsus, Sesbania sesban,* etc., utilisées dans de nombreuses technologies agroforestières, reste faible.

L'amélioration de la croissance des essences locales à potentiel agroforestier telles que celles considérées dans ce travail présente un intérêt particulier pour le développement et exige la mise en œuvre des travaux de recherche dans différents domaines. Par exemple, l'inoculation de ces essences au moyen des mycorhizes peut être envisagée. Les espèces *Alstonia boonei, Ceiba pentandra, Cordia platythyrsa, Ricinodendron heudelotii, Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon* peuvent être recommandées pour l'agriculture en couloirs à cause de leur reprise facile après élagage, leur système racinaire pivotant et l'appetance des feuilles de *Terminalia superba* et *Triplochiton scleroxylon*. Les racines pivotantes ne font pas concurrence avec les cultures car ces dernières puisent leurs éléments nutritifs dans les 10 premiers centimètres du sol (20).
Néanmoins le système racinaire peut varier suivant le type de sol et le type d'aménagement donné à la plante.

## Conclusion

La scarification manuelle est le prétraitement le plus performant testé sur les semences. *Ceiba pentandra* est sensible à tous les prétraitements. *Ricinodendron heudelotii* est une essence à dormance tégumentaire. La germination est hypogée chez *Pycnanthus angolensis* et épigée chez le reste des espèces étudiées. Le système racinaire est généralement pivotant à l'exception de *Ricinodendron heudelotii* qui présente un système mixte. Bien que toutes les espèces étudiées soient des pionnières héliophiles, seules *Ceiba pentandra, Ricinodendron heudelotii* et *Terminalia superba* se rangent dans la catégorie des espèces locales à croissance rapide. La scarification manuelle est le prétraitement le plus performant. Le système radiculaire des essences étudiées est pivotant. Le latex blanc est présent dans tout l'appareil végétatif de *Alstonia boonei* et *Milicia excelsa*. L'ébouillantage et l'acidification ont entrainé la destruction des semences.

## Remerciements

Les travaux dont les résultats sont exposés ici ont été financés par le Centre International pour la Recherche en Agroforesterie (ICRAF) à travers le projet IRA/ICRAF à qui nous adressons notre profonde gratitude. Dr Mc Lawren et Mr D. Parker de l'unité de biométrie de l'Institut de Recherche Agronomique du Cameroun nous ont assisté dans l'analyse et l'interprétation des données.

## Références bibliographiques

1. Alexandre D.Y., 1980. Caractère saisonnier de la fructification dans une forêt hygrophile de Côte-d'Ivoire. Rev. Ecol. (Terre-vie), xxxiv: 336-350.
2. Cox D.R., 1958. Planning experiments. Wiley J. & Sons, Inc. (eds.). New York, USA. 308 p.
3. De la Mensbruge G., 1966. La germination et les plantules des essences arborées de la forêt dense humide de la Côte-d'Ivoire. CTFT, Avenue de la belle-gabrielle, Nogent-sur-Marne (Seine), France. 389 p.
4. Diallo I.. Danthu P., Sambou B., Dibor Dione, Assane Goudraby & Karen Poulsen, 1996. Effects of differents pretreatments on the germination of *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. Seeds. International Tree Crops Journal. IX: 31-36.
5. Duguma B., Tonye J. & Depommier D., 1990. Diagnostic survey on local multipurpose trees, shrubs, fallow systems and livestock in south Cameroon. Working paper 60. ICRAF. Nairobi. Kenya.
6. Duguma B., Kang B.T. & Okali U.U., 1988. Factors affecting germination of Leucaena (*Leucaena leucocephala*) Lam de Wit seed. Sci and Techno (Proceedings of the International Seed testing Association). Cambridge, England. 23 p.
7. Duguma B., 1991. Annual progress repport. IRA/ICRAF collaborative agroforestry projet, 35 p.
8. Gomez Kwanchai A. & Gomez Arturo A., 1984. Statistical procedures for agricultural research. 2nd edition, 657 p.
9. Herzog F. & Brachmann M., 1991. Les arbres d'ombrage et les utilisations dans les plantations de café et de cacao dans le sud du V Baoule C.I rapport, 21 p.
10. Lavabre M.E., 1959. Etude de l'ombrage sur le cacaoyer, Journ. Agri. Tropi et de Bot. Appl. XVI (12) 683-690.
11. Letouzey R., 1955. Les arbres d'ombrage des plantations agricoles camerounaises. Rev. Bois et Forêts des Tropiques. 12, 15-25.
12. Mapongmetsem P.M., 1994. Phénologie et modes de propagation de quelques essences locales à potentiel agroforestier en zone forestière. Thèse de 3ème cycle, Univ. Yaoundé. 176 p.
13. Mapongmetsem P.M., Duguma B. & Nkongmeneck B.A., 1997 Domestication of *Ricinodendron heudelotii* (Baill) ex Pax. Pierre in the humid lowlands of Cameroon. Paper presented at the 2nd International workshop on the improvement of the African pear and other new sources of vegetal oils. Ngaoundéré, Cameroun. 8 p.
14. Mapongmetsem P.M., Tchiegang-Megueni C., Akong Zedong C.H., Nyomo & Laissou Moussou, 1997. Inventaire et essai de domestication des oléagineux du Cameroun. Papier présenté au 2nd séminaire international sur l'amélioration du Safou et autres oléagineux non conventionnels. Ngaoundéré, Cameroun, 10 p.

15. Mclaren C.G., 1992. Basic statistical analysis system. IRA/IRZ Joint Computer Centre. Nkolbisson, 49 p.

16. Mbolo, 1990. Germination et croissance des essences forestières du Sud Cameroun. Exemple de quelques légumineuses et Sapotacées. Thèse de 3ème cycle. Univ. Yaoundé. 268 p.

17. Miquel S., 1985. Plantules et premiers stades de croissance des espèces forestières du Gabon: potentialités d'utilisation en agroforesterie. Thèse de 3ème cycle. Univ. Pierre Marie Curie, Paris 6ème, 157 p.

18. Njoukam R., 1997. Germination des semences et croissance de l'Aiélé. Papier présenté au 2nd séminaire international sur l'amélioration du Safou et autres oléagineux non conventionnels. Ngaoundéré, Cameroun, 9 p.

19. Taylor C., 1960. Synecology and sylviculture in Ghana. The Univ. College of Ghana, pp. 93-355.

20. Tonye J., 1989. L'agriculture en couloir en zone forestière du Cameroun. Communication présentée au séminaire national d'agroforesterie. IRA/ICRAF/IRDC, Yaoundé-Cameroun, 10 p.

P.M. Mapongmetsem. Camerounais, Doctorat 3ième cycle
B. Duguma, Ethiopien, Ph. D.
B.A. Nkongmeneck, Camerounais, Doctorat d'état
E. Selegny, Français, Professeur

# Influence de la gestion et du statut socio-économique de l'agro-pasteur sur la productivité des ovins et des caprins au Mali central

S. Killanga* & A. Traoré**

Keywords: Sheep - Goats - Productivity - Management - Socio-economy - Agropastors - Central Mali.

## Résumé

*Une étude des causes responsables des différences de productivité entre troupeaux d'ovins et des caprins dans un village du Mali central appartenant au sous-système agro-pastoral associé à la culture pluviale du mil a été entreprise de juillet 1987 à mars 1988. Les facteurs de gestion, les caractéristiques socio-économiques des agro-pasteurs et les paramètres de productivité des ovins et des caprins ont été simultanément suivis et analysés. Les résultats ont montré que les ovins et les caprins n'étaient pas gérés de la même façon et que les causes des différences de productivité observées entre troupeaux sont liées aux moyens de production personnels de l'agro-pasteur, à ses méthodes de gestion des animaux, à son apprentissage de la profession d'éleveur et à la détention des autres animaux.*

## Summary

**The Influence of the Management and the Socio-Economic Status of the Agropastor on the Productivity of Sheep and Goats in Central Mali**

*A study of causes responsible of productivity differences between sheep and goats flocks in a central Malian village belonging to an agropastoral subsystem associated to a rainfed millet culture was carried out from July 1987 to March 1988. Management factors, socio-economic characteristics of agropastors and sheep and goats productivity parameters were simultaneously followed up and analysed. The results have shown that both sheep and goats were not managed in the same manner and that the observed causes of productivity differences between flocks are related to the agropastor's personnal production means, to his methods of management of animals, to his apprenticeship of the stock breeder profession and to the detention of other animal species.*

## Introduction

Dans le Mali central, les petits ruminants représentent 22,2% de la biomasse des ruminants domestiques (8). Ils constituent ainsi une importante ressource non seulement dans le secteur de la production animale mais aussi dans l'ensemble de l'économie du pays. L'aptitude à procurer de la viande, du lait, des liquidités et d'autres produits (7), même dans des conditions écologiques particulièrement difficiles de la zone semi-aride et à des époques de l'année où la production des bovins est pratiquement nulle confère aux petits ruminants une importance toute particulière dans la vie des éleveurs traditionnels et des paysans.

Au cours de la première phase du programme du Centre International Pour l'Elevage en Afrique (C.I.P.E.A.) au Mali (10) des données relatives à la productivité ont été recueillies sur des troupeaux échantillons des différentes espèces animales élevées dans divers systèmes pastoraux et agro-pastoraux du Mali central. L'analyse de ces données indique parfois d'importantes variations de productivité d'un troupeau à l'autre bien qu'appartenant au même système de production. Partant de l'estimation par les moindres carrés moyens, il a été rapporté (10) pour l'indice de productivité chez les ovins et les caprins, exprimé en kg de poids vif de jeunes produits par femelle reproductrice et par an, des différences de l'ordre de 5,55 à 12,8 kg entre les meilleurs et les plus mauvais troupeaux dans le système agro-pastoral. Ces différences existent chez les bovins, mais elles sont moins marquées et seulement partiellement significatives sur le plan statistique. Pour expliquer les raisons de telles différences de productivité, les méthodes de gestion et/ou les facteurs socio-économiques ont été globalement mis en cause, sans faire la part des choses.

Convaincu que la connaissance d'une telle interaction pourrait permettre de dégager des moyens endogènes d'amélioration déjà existants dans les systèmes étudiés, sans apport excessif d'innovations exogènes, la présente étude se propose, d'identifier les facteurs de gestion et les caractéristiques socio-économiques, responsables des différences de productivité observées entre troupeaux de petits ruminants dans le système agro-pastoral du Mali central.

* Institut de la Recherche Agricole pour le Développement B.P. 33 Maroua, Cameroun.
** Centre international pour l'Elevage en Afrique; actuellement Projet Tog 89/003 FAO BP 4388 25, Av Duisburg Lomé-Togo.
Reçu le 18.03.98 et accepté pour publication le 09.07.98.

## Matériel et méthodes

Les observations sur le terrain (juillet 1987-mars 1988) ont été effectuées aux alentours de Niono dans le Mali central (pluviométrie 100 mm au Nord, 600 mm au Sud; température minimum 12°C en janvier, maximum 40°C en mars). Les parcours sont composés d'un tapis herbacé (*Eragrostis tremula, Tribulus terrestris, Schoenefeldia gracilis, Andropogon gayanus, Zornia glochidiata...*) et d'une couverture ligneuse d'arbres et d'arbrisseaux, essentiellement composée de divers Acacias épineux.

L'étude a porté sur un effectif de près de 1580 têtes de petits ruminants provenant de 56 concessions et suivis depuis 1986 par le Centre International pour l'Elevage en Afrique. La collecte des données s'est faite tous les 15 jours. Lors de chaque visite, les naissances et tous les autres événements survenus depuis le dernier passage ont été enregistrés. Tout de suite après chaque mise bas ou 15 jours au plus tard, la mère a été pesée pour obtenir le poids post-partum. Quant aux jeunes, ils ont été pesés cinq à six mois après la naissance, pour avoir le poids au sevrage.

Connaissant le poids au sevrage des jeunes, l'intervalle entre mises bas (I.M.B.) et le poids post-partum des reproductrices, un indice de productivité (I.P.) correspondant au poids de jeunes (g) produits par kg de poids vif de la mère et par an (9) a été calculé suivant la formule:

$$I.P. = \frac{\text{Poids au sevrage x 365 jours/I.M.B.}}{\text{Poids post-partum de la mère}}$$

L'indice de productivité ainsi obtenu, a été soumis à une analyse de la variance dont les sources de variation étaient les facteurs de gestion et les caractéristiques socio-économiques des agro-pasteurs, susceptibles d'être à l'origine des différences de productivité observées entre troupeaux d'ovins et des caprins (8). Les analyses finales ont été faites par la méthode des moindres carrés (3) qui s'adapte particulièrement aux données relatives aux sous-classes renfermant des nombres inégaux d'observations. Les paramètres utilisés avec cette méthode ont été: a) pour les caractéristiques socio-économiques: la taille de la famille (9, 22 et 34 personnes en moyenne), le nombre d'enfants âgés de 5 à 15 ans dans le ménage (5 et 11 enfants en moyenne), la superficie labourée (9,5 et 32,5 ha en moyenne) et l'indice de richesse ou l'effectif total du bétail détenu, exprimé en unités de bétail tropical (1 bovin = 0,7 UBT; 1 petit ruminant = 0,1 UBT) (4, 8, 34 et 62 UBT en moyenne); b) pour les facteurs de gestion: le type d'habitat (bon ou mauvais), l'hygiène de l'habitat (bonne ou mauvaise), la complémentation alimentaire (avec ou sans complémentation) et le temps de pâture (480 et 580 minutes par jour). La moyenne résiduelle des carrés a été utilisée dans la méthode des moindres carrés comme résidu de la régression pour tester les différences.

## Résultats et discussion

L'analyse de la variance présentée au tableau 1 met en évidence l'influence de certains facteurs socio-économiques et de gestion sur l'indice de productivité des

**Tableau 1**
**Analyse de variance de l'indice de productivité des ovins et des caprins dans le système agro-pastoral du Mali central.**

| | Ovins | | | Caprins | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Source de variation | d.1 | F | Niveau de signification | d.1 | F | Niveau de signification |
| **Caractéristiques socio-économiques** | | | | | | |
| Taille de famille | 2 | 9,81 | 0,0001 | 2 | 22,48 | 0,0001 |
| Enfants (5-15 ans) | 1 | 0,23 | 0,6303 | 1 | 38,80 | 0,0001 |
| Superficie labourée | 1 | 0,18 | 0,6716 | 1 | 0,27 | 0,6060 |
| Indice de richesse | 3 | 15,96 | 0,0001 | 3 | 3,81 | 0,0105 |
| **Facteurs de gestion** | | | | | | |
| Type de l'habitat | 1 | 4,35 | 0,0387 | 1 | 19;07 | 0,0001 |
| Hygiène de l'habitat | 1 | 0,66 | 0,4168 | 1 | 0,66 | 0,4168 |
| Supplémentation alimentaire | 1 | 58,72 | 0,0001 | 1 | 67,40 | 0,0001 |
| Temps de pâture | 1 | 0,79 | 0,3752 | 1 | 0,59 | 0,4421 |

ovins et des caprins. Les résultats de cette analyse (tableau 2) démontrent que entre troupeaux d'un même système de production, il existe d'importantes variations de productivité. Dans le système agro-pastoral du Mali central où se déroule l'étude, la production animale constitue, au mieux, une activité d'appoint à l'agriculture de subsistance ou de rapport (1). Les propriétaires par conséquent ne peuvent lui consacrer qu'une partie de leur temps et de leur moyens. L'influence de l'indice de richesse et de la taille de la famille au sens large c'est-à-dire englobant les adultes, les enfants et les collatéraux, tous vivant dans une concession peut s'expliquer par le fait que le temps et la main-d'œuvre affectés à l'élevage des moutons et des chèvres varient considérablement d'une concession à l'autre. Le tableau 2 montre que la productivité des ovins s'améliore au fur et à mesure que la taille de la famille s'élève; le contraire est observé chez les caprins. Les ovins et les caprins semblent ne pas être gérés de la même façon. A plusieurs occasions et lors des discussions avec les agro-pasteurs, il est apparu que le rôle des enfants était déterminant dans l'élevage des caprins. Le nombre d'enfants dans une concession, influence hautement la productivité des caprins; plus ce nombre est élevé, plus la productivité est bonne. A l'âge de 5-15 ans en effet, l'enfant qui intervient exceptionnellement dans les travaux champêtres, a pour principale occupation dans la concession, la garde ou la conduite des animaux. Il s'occupe surtout des caprins parce que pendant toute l'année, les moutons des différentes concessions, tout comme les bœufs, sont regroupés en troupeaux et conduits par un berger professionnel rémunéré. Dans une concession, le troupeau des caprins est très souvent constitué en partie des avoirs des enfants à travers la pratique de dons à la naissance, à la circoncision, au mariage ou en pré-héritage. En sa qualité de co-propriétaire, l'enfant trouve son compte en prélevant le lait de ces animaux et doit de ce fait fournir des efforts pour assurer leur survie.

Les enfants n'influencent pas la productivité des ovins qui passent leur temps soit au pâturage avec le berger, soit dans la concession avec le propriétaire. Dans la recherche des causes responsables des différences

**Tableau 2**
**Moyennes de l'indice de productivité (g) des ovins et des caprins dans le système agro-pastoral du Mali central estimées par la méthode des moindres carrés moyens.**

| | Ovins | | | Caprins | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Variable | n | $\bar{x}$ | err.std. | n | $\bar{x}$ | err.std |
| **Caractéristiques socio-économiques** | | | | | | |
| Taille de la famille: | | | | | | |
| 9 personnes | 50 | 643,7a | 50,8 | 140 | 681,2a | 23,5 |
| 22 personnes | 81 | 799,0b | 43,8 | 97 | 749,1b | 20,5 |
| 34 personnes | 33 | 916,1b | 81,9 | 53 | 522,0c | 29,4 |
| Enfants (5-15 ans): | | | | | | |
| 5 | 116 | 790,7 | 32,7 | 214 | 537,3a | 20,5 |
| 11 | 48 | 781,8 | 43,8 | 76 | 764,3b | 27,1 |
| Superficie labourée: | | | | | | |
| 9,5 ha | 79 | 671,1a | 38,6 | 147 | 673,6 | 25,5 |
| 32,5 ha | 85 | 901,4b | 31,6 | 143 | 628,0 | 16,8 |
| Indice de richesse: | | | | | | |
| 4 UBT | 47 | 1151,8a | 67,9 | 115 | 633,3ab | 30,6 |
| 8 UBT | 50 | 876,9b | 57,6 | 68 | 646,5ab | 27,3 |
| 34 UBT | 38 | 722,6b | 56,2 | 69 | 712,9a | 26,2 |
| 62 UBT | 29 | 393,8c | 87,6 | 38 | 610,4b | 36,3 |
| **Facteurs de gestion** | | | | | | |
| Type de l'habitat: | | | | | | |
| Bon | 35 | 858,8a | 45,3 | 5 | 799,3a | 71,2 |
| Mauvais | 129 | 686,5b | 36,0 | 285 | 632,6b | 20,0 |
| Hygiène de l'habitat: | | | | | | |
| Bonne | 16 | 696,1a | 55,5 | 45 | 699,0a | 44,8 |
| Mauvaise | 148 | 849,1b | 34,0 | 245 | 732,9b | 37,0 |
| Supplémentation: | | | | | | |
| Avec | 80 | 898,9a | 41,1 | 83 | 799,1a | 39,7 |
| Sans | 84 | 646,3b | 37,4 | 207 | 632,8b | 41,2 |
| Temps de pâture: | | | | | | |
| 480 min/j | 145 | 796,6 | 27,3 | 268 | 729,0 | 35,7 |
| 580 min/j | 19 | 748,7 | 55,2 | 22 | 702,9 | 48,6 |

n = nombre d'observations; $\bar{x}$ = moyenne; err.std = erreur standard
Dans une même colonne, les moyennes affectées de différentes lettres à l'intérieur d'un même groupe diffèrent (P<0,05).

de productivité observées entre troupeaux, le berger pourrait ne pas être à l'origine, puisqu'il n'est que chargé de conduire les animaux au pâturage. La location des services d'un berger professionnel prouve que l'agro-pasteur qui est avant tout agriculteur, ne maîtrise pas parfaitement le métier d'éleveur. C'est pour cette raison que la taille de la famille a un effet significatif sur la productivité des ovins puisque le contrôle des effectifs des animaux, les soins accordés aux nouveaux-nés, la complémentation alimentaire et dans une moindre mesure les soins sanitaires sont laissés à l'initiative du ménage voire du sous-ménage. L'élevage des ovins reste aussi une activité entreprise généralement par les agro-pasteurs plus riches, capables de payer le berger toute l'année.

Les résultats de la présente étude montrent qu'aussi bien chez les chèvres que chez les moutons, les propriétaires les plus riches ne sont pas nécessairement ceux qui ont les meilleurs troupeaux (tableau 2). Au contraire, les agro-pasteurs les moins riches ont des troupeaux souvent plus performants. Une telle relation établie entre la mauvaise performance des troupeaux et la richesse des agro-pasteurs ne peut s'expliquer que par la détention des troupeaux variés et de taille importante par des agro-pasteurs les plus riches où les animaux ne bénéficient pas tous de la même attention. A cette explication s'ajoute la préférence que les agro-pasteurs ont pour l'une ou l'autre des deux espèces de petits ruminants car beaucoup d'entre eux semblent croire que par rapport aux ovins, les caprins sont résistants, posent moins de problèmes et offrent davantage de produits d'élevage.

Le mode de conduite des petits ruminants dans le système agro-pastoral du Mali central se caractérise par une exploitation très importante des pâturages naturels, des jachères et des champs après récolte (1). L'apport d'aliment complémentaire sous forme de sous-produits de récolte et même sous-forme de sel gemme n'est pas une pratique quotidienne. La complémentation alimentaire se fait donc occasionnellement. Dans certains cas, elle se fait par l'intermédiaire des animaux de valeur comme les ânes, les chevaux et les bœufs de labour. Quand le complément alimentaire est de bonne qualité et que les effectifs des petits ruminants qui le reçoivent sont réduits, une telle pratique finit toujours par avoir un effet positif qui se traduit par une amélioration de la productivité comme le démontre le tableau 2. Dans le système agro-pas-

toral du Mali central, il est généralement noté deux types d'habitats: l'élevage "au piquet" et l'élevage "en enclos" à l'abri ou non des intempéries. La présente étude révèle (tableau 2) qu'un habitat bon, c'est-à-dire qui associe à la fois le piquet et l'enclos, contribuerait à améliorer la productivité des moutons et des chèvres. Quand les animaux sont attachés au piquet à l'intérieur d'un enclos, non seulement les malades sont détectés facilement et les absences vite constatées par le nombre de piquets vides mais les pertes par suite de vol ou attaque des prédateurs sont réduites. De même, les stress d'ordre climatologique, favorables à l'évolution des pneumopathies (4, 5 et 6) sont atténués. Les moutons étant conduits ensemble par un même berger, les temps de pâture enregistrés pendant le suivi semblent correspondre en réalité à l'abondance de nourriture en hivernage et après les récoltes soit 480 mn et à la pénurie alimentaire en saison sèche (580 mn) où les moutons parcourent plusieurs kilomètres à la recherche de pâturage. En réalité une distinction devrait être faite entre "temps d'absence dans les concessions" et "temps de pâture" car cette dernière notion englobe le temps perdu en déplacement pour atteindre le pâturage.

## Conclusion

Au cours de la présente étude, les pratiques d'élevage des petits ruminants ont été abordées dans le système agro-pastoral du Mali central. L'incidence de ces pratiques sur la productivité des moutons et des chèvres qui ne sont pas déjà gérés de la même façon est extrêmement variable. D'une manière générale, l'étude montre qu'il existe des différences de productivité hautement significatives d'un troupeau à l'autre. Les causes à l'origine de ces différences sont probablement liées aux aptitudes personnelles du propriétaire de part le temps, les moyens et la main-d'œuvre affectés à ces élevages et aux stratégies de gestion qu'il emploie ou aux préférences qu'il témoigne pour l'une ou l'autre de ces deux espèces de petits ruminants. De fait, c'est à cette source de variation que seraient imputables, les plus grandes différences de productivité observées.

## Références bibliographiques


1. CIPEA (Centre International pour l'Elevage en Afrique). 1981a. Tendances et perspectives de l'agriculture et de l'élevage en Afrique tropicale. Document de travail n°5. Addis Abeba, CIPEA, 124 pp.
2. Dicko M.S. & Sangaré M., 1982. Résultats obtenus en nutrition animale en 1981. Document de programme n° AZ 70. CIPEA, Bamako, Mali.
3. Harvey W.R., 1977. User's guide for LSML 76 least-squares and maximum likelihood computer program. Ohio State University, Columbus, USA.
4. Maiga S., 1987. Etude de l'épidémiologie des pneumopathies des petits ruminants. In Diallo A.K., 1987. Activités de recherche du CIPEA/Mali en 1986. Comité scientifique et technique INRZFH. 16-25 juin.
5. Traoré A., 1985. Causes de mortalité avant le sevrage chez les ovins et les caprins du système agro-pastoral du Mali central. pp. 119-126 in Wilson R.T. et Bourzat D. (éditeurs): les petits ruminants dans l'agriculture africaine. Addis Abeba ILCA/CIPEA.
6. Traoré A., 1987b. L'élevage au Mali central: mortalité et morbidité chez les ruminants sous gestion traditionnelle dans la zone de Niono. PD AZ 163 CIPEA - Bamako (Mali).
7. Wilson R.T., 1982. The social and economic importance of goats under traditional management in the semi-arid zone of northern tropical Africa. pp. 186-195 in Proceedings III World Conference on Goat Production and Diseases, Tucson, Arizona, 10-15 janvier 1982.
8. Wilson R.T., 1986. Livestock production in central Mali: Long-term studies on cattle and small ruminants in the agropastoral system. Ilca Research Report No. 14. International Livestock Centre for Africa, Addis Abeba, Ethiopia.
9. Wilson R.T. & Light D., 1986. Livestock production in central Mali: Economic characters and productivity indices for traditionally managed goats and sheep. Journal of Animal Science, 62, 567-575.
10. Wilson R.T., de Leeuw P.N. & de Haan C., 1983. Recherches sur les systèmes des zones arides du Mali: résultats préliminaires. Cipea Rapport de recherche No.5. Centre International Pour l'Elevage en Afrique, Addis Abeba, Ethiopie.


S. Killanga: Camerounais. Msc en production animale. attaché de recherche à l'Institut de la Recherche Agricole pour le Développement à Maroua.
A. Traoré: Malien. Dr en Médecine Vétérinaire, Ph.D., chercheur au CIPEA Mali, expert FAO.

TROPICULTURA, 1998-99, **16-17**, 4, 184-188

# Croissance et forme des provenances des pins tropicaux au Congo.

A. Moutanda*, D. N'zala** & J.G.M. Kazotti**

Keywords: Growth - Form - Provenance - Tropical pine - Congo

## Résumé

*En vue de sélectionner du matériel végétal nécessaire pour l'afforestation, des provenances de* Pinus caribaea *Morelet d'Amérique centrale, d'Australie et de la mer des Caraïbes ont été comparées à partir de deux essais selon un dispositif en blocs complets aléatoires. Des différences significatives entre provenances ont été notées selon certains caractères quantitatifs (taux de survie, croissance en hauteur et en circonférence) et de forme (finesse des branches, fréquence de fourches...), 9 et 18 ans après plantation. Il a été proposé de nouvelles introductions de provenances ou de meilleures descendances des meilleures provenances en vue d'augmenter la variété génétique. Des traitements sylvicoles sont également nécessaires pour augmenter la qualité du bois et la productivité du peuplement.*

**Summary**

**Growth and Form of Provenances of Tropical Pines in Congo**

*In order to select the necessary vegetal material for the afforestation, provenances of central America, australian and the Caribbean Sea* Pinus caribaea *Morelet were compared from two randomised complete block design trials. Significant differences were observed between provenances according to some quantitative characters (survival rate, height and girth growth) and form (thinness branches, pitchfork frequency, ...) 9 and 18 years after planting. It was proposed to re-introduce provenances or the best descendants from the best provenances in order to improve genetic variety. Silvicultural systems are also necessary to improve both wood quality and stand productivity.*

## Introduction

Dans le cadre de l'afforestation des savanes côtières congolaises jugées impropres à l'agriculture, les forestiers de ce pays y ont introduit des espèces à croissance rapide parmi lesquelles les Pins tropicaux. De nombreux essais spécifiques mis en place ont permis de retenir trois espèces: *Pinus caribaea, P. oocarpa* et *P. patula* spp *tecunumanii. Pinus caribaea* qui présente une fructification précoce favorable aux travaux d'amélioration a fait l'objet d'essais de provenance afin de juger de sa variabilité géographique. Les premiers résultats obtenus sur des arbres jeunes ont montré un taux de survie élevé, une bonne vigueur phénotypique et un meilleur aspect des provenances du Honduras par rapport à celles du Bahamas et de Cuba (8).

Le présent travail a pour objet de rechercher les provenances de *Pinus caribaea* var *hondurensis* les mieux adaptées aux conditions écologiques des savanes côtières congolaises. Une telle étude trouve son intérêt dans la recherche du matériel végétal bien adapté et de bonne qualité à mettre à la disposition des organismes de reboisement.

## Matériel et méthodes

### La zone d'étude

La savane côtière de Pointe-Noire utlisée pour l'afforestation est située au sud du Congo à 5° de latitude Sud, 11°54' de longitude Est et à une altitude de 16 m (1).

Le climat est de type tropical avec une succession de deux saisons bien distinctes: la saison sèche de quatre mois (juin à septembre) et la saison des pluies d'octobre à mai avec un ralentissement des précipitations de décembre à janvier. La pluviométrie moyenne annuelle est d'environ 1200 mm. La température moyenne annuelle est de 25°C. L'humidité de l'air demeure élevée même en saison sèche entraînant des rosées importantes favorables à une bonne croissance des arbres. Les sols de la région de Pointe-Noire sont formés sur un matériau sableux à sablo-argileux où les minéraux altérables sont pratiquement absents. Ils sont d'une assez grande homogénéité.

Les sols du périmètre d'afforestation sont de texture sableuse, ne renfermant que très peu d'argile et sont plus pauvres en surface et sans structure définie (6). Ils se classent dans la catégorie des sols ferralitiques fortement désaturés de la classification française. La végétation naturelle est une savane herbeuse faiblement arbustive représentée par des pieds de *Annona arenaria* Thonn dispersés. La végétation herbacée est constituée essentiellement de *Loudetia simplex* Nees, *Digitaria* sp, et *Andropogon* sp.

* CRFL (ex CTFT - Congo) BP 764 Pointe-Noire, Congo.
** Laboratoire d'écologie appliquée et de protection des végétaux, Institut de Développement Rural Université Marien Ngouabi; BP 13647 Brazzaville, Congo.
Reçu le 31.07.96 et accepté pour publication le 03.06.98.

**Tableau 1**
**Origines et coordonnées géographiques de quelques provenances de *Pinus caribaea***

| Origines | Provenances | Latitude | Longitude | Altitude (m) | Pluviométrie (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| Honduras | Los limones | 14°03'N | 86°42'W | 700 | 660 |
| | Culmi | 15°06'N | 85°37'W | 550 | 1600-2000 |
| | Potosi | 15°20'N | 88°25'W | 650 | 1200 |
| | Brus lagoon | 15°45'N | 84°40'W | 10 | 2600-2800 |
| | Guanaja | 16°27'N | 85°54'W | 75 | 2300 |
| Nicaragua | Karawala | 12°58'N | 83°34'W | 5-10 | 3200-3500 |
| | Alamicamba | 13°34'N | 84°17'W | 20-30 | 2600-2900 |
| | Santa clara | 13°48'N | 86°12'W | 700 | 1500 |
| Bahamas | Andros | 24°53'N | 78°07'W | 10-30 | 1650 |
| Guatémala | Poptun | 16°21'N | 89°25'W | 500 | 1700 |
| Cuba | Los cabanas | 22°40'N | 83°23'W | 160 | |
| | Vinales caya la mula | 22°33'N | 83°48'W | 110 | |
| Honduras britanique (Bélize) | Santos | 17°34'N | 88°33'W | 5-10 | 1800 |
| | Melina | 17°01'N | 88°20'W | 10 | 2100 |

## Matériel végétal

Il s'agit de dix-sept provenances de *Pinus caribaea* Morelet regroupées dans deux parcelles expérimentales désignées 72/02 et 81/2. Elles sont originaires d'Australie, d'Amérique centrale et de la mer des Caraïbes (tableau 1). Le dispositif expérimental de chaque parcelle est celui en blocs complets aléatoires. Les caractéristiques initiales de chaque parcelle sont données dans le tableau 2. Les parcelles étudiées ont été mises en place selon des méthodes semblables à celles qui sont utilisées par les sociétés d'afforestation. Les différentes opérations comprennent: la préparation du terrain, le labour, la plantation et le sarclage. Au niveau du suivi des peuplements, très peu a été fait si ce ne sont les dégagements les sept premières années. Aucune éclaircie n'a été pratiquée, les peuplements étant à l'origine destinés à la fourniture de bois de pâte dont l'exploitabilité est fixée à vingt ans.

## Caractères étudiés et collecte des données

Les caractères quantitatifs concernent le taux de survie, la hauteur et la circonférence (mesurée à 1,30 m du sol). Le taux de survie exprime la rusticité tandis que la hauteur et la circonférence constituent deux estimateurs l'un précoce, l'autre (circonférence) tardif de la vigueur et de la production.

**Tableau 2**
**Caractéristiques des parcelles expérimentales**

| Caractéristiques | Parcelle 72/02 | Parcelle 81/2 |
|---|---|---|
| Nombre de provenances (ou de traitements) | 15 | 7 |
| Nombre de blocs | 5 | 8 |
| Nombre total de placeaux | 75 | 56 |
| Nombre d'individus par placeau | 49 (7x7) | 64 (8x8) |
| Ligne de bordure | 2 de *Pinus caribaeae* | 1 de Honduras versepuy (HV2) |
| Surface totale | 3,62 ha | 4,69 ha |
| Ecartement | 2,5 m x 2,5 m | 3,5 m x 3,5 m |
| Date de mise en place | Novembre 1972 | Décembre 1981 |

Dispositif expérimental en blocs complets aléatoires.

Les caractères qualitatifs ou de forme notés dans la parcelle 72/02 uniquement portent sur les aspects du fût (rectitude, queue de renard et fourchaison) et de la branchaison (finesse, angle d'insertion des branches). Le fût de chaque arbre est reparti en trois billons (inférieur, moyen et supérieur). Chacun d'eux est dans le cas de la rectitude du fût affecté d'une note: 0 (absence de défaut), 1 (léger défaut), 2 (défaut assez important) et 3 (défaut très important). De même pour chacun des billons on inscrit le nombre de fourche et de queue de renard. Celle-ci est la partie du fût dépourvue de verticilles et aux extrémités délimitées par une insertion plus ou moins abondante de branches. Elle induirait une dépréciation de la qualité du bois. L'observation de la branchaison porte sur les deux premiers tiers supérieurs de la bille. Elle concerne la finesse des branches notée: 0 (branches fines de diamètre inférieur à 2 cm), 1 (branches moyennes de diamètre compris entre 2 et 5 cm), 2 (grosses branches de diamètre supérieur à 5 cm) et 3 (au moins une très grosse branche de diamètre supérieur ou égale à 10 cm) et l'angle d'insertion des branches sur le tronc noté: 0 (insertion horizontale), 1 (insertion aiguë, branches très obliques formant un angle supérieur ou égal à 45° avec le fût) et 2 (insertion très aiguë, branches formant un angle inférieur à 45° avec le fût). La qualité globale de chaque provenance a été définie selon les expressions: très bonne (très bonne rectitude du fût, absence ou non de fourches et de branches), bonne (bonne rectitude et branches plus ou moins fines), moyenne (rectitude moyenne, branches moyennes) et mauvaise (énormes défauts de forme).

## Analyse statistique des données

La comparaison statistique des provenances a été effectuée par analyse de variance. Les différences significatives entre traitements ont été mises en éviden-

ce par le test de Duncan. Les données relatives au taux de survie ont été transformées selon l'expression arc sinus de la racine carrée du % et ce pour obtenir une distribution normale. Celles relatives à quelques variables qualitatives (rectitude, finesse et angle des branches) ont été exprimées pour chacune d'elles selon un indice correspondant à la note moyenne. Celle-ci est obtenue en pondérant par 3, 2 et 1 les notes des billons supérieur, moyen et inférieur. L'indice le plus faible traduit la meilleure valeur.

## Résultats

### Caractères quantitatifs

Les tableaux 3 et 4 résument le comportement des différentes provenances dans les parcelles 72/02 et 81/2 en ce qui concerne le taux de survie, la hauteur moyenne et la circonférence moyenne des arbres. Cependant en l'absence d'éclaircie, les arbres des différentes provenances sont assujettis à la concurrence intraspécifique. L'analyse de variance montre des différences globalement significatives entre les provenances.
Dix-huit ans après la mise en place des plantations, les provenances étudiées ont un taux de survie largement supérieur à 50% mais toujours inférieur à 80%. La discrimination des provenances les unes des autres est relativement difficile du fait de nombreux chevauchements constatés entre les moyennes de celles-ci. La provenance de Honduras guanaja parait cependant comme la moins résistante aux conditions écologiques du périmètre d'afforestation de Pointe-Noire. D'une manière générale, la hauteur moyenne des arbres est assez élevée. Elle varie de 12,1 m à 18,8 m pour les individus de la parcelle 72/02 âgés de 18 ans et de 11,5 à 13,7 m pour ceux de la parcelle 81/2 âgés de 9 ans. A l'intérieur de chaque parcelle, on distingue deux groupes de provenances. Dans la parcelle 72/02, le groupe 1 à croissance forte rassemble les provenances du Nicaragua (karawala, alamicamba et santa clara), du Honduras (potosi, limones, guanaja et culmi); d'Australie et du Guatémala poptun. Le groupe 2 à croissance faible est constitué des provenances de Cuba (vinales et cabanas) et du Bahamas andros; il s'agit d'ailleurs des variétés *caribaea* et *bahamensis*. Dans la parcelle 81/2 Nicaragua alamicamba et N. karawala, Honduras guanaja confirment leur bonne croissance et constituent avec Belize bermudan landing et Belize mountain pine ridge le groupe 1. Le groupe 2 comprend les provenances du Honduras (los limones et culmi). Les résultats obtenus pour la circonférence confirment ceux sur la croissance en hauteur des arbres entre les provenances. En effet, on retrouve les deux groupes précédents. Cette confirmation des résultats se justifie encore par le coefficient de corrélation établie entre la hauteur et la circonférence ($r = +0,9$). On constate que les arbres les plus gros sont aussi les plus grands tels sont les cas par exemple des provenances des Bahamas andros et Honduras potosi. La circonférence moyenne des arbres varie de 33,6 cm à 59,5 cm dans la parcelle 72/02 et de 55,7 cm à 61,9 cm dans la parcelle 81/2.

**Tableau 3**
**Comparaison des caractères quantitatifs (taux de survie, hauteur et circonférence moyennes des arbres) entre les provenances de la parcelle 72/02.**

| Provenances | Survie (%) | Hauteur (m) | Circonf. moyenne (cm) |
|---|---|---|---|
| Australie | 72,9 abc* | 18,6 a | 56,2 ab |
| Bahamas andros | 59,1 de | 12,1 d | 33,6 d |
| Belize melinda | 75,4 ab | 17,7 ab | 53,5 b |
| Belize santos | 71,0 abcd | 16,0 b | 53,5 b |
| Cuba cabanas | 63,8 cde | 15,7 c | 43,2 c |
| Cuba vinales | 65,2 bcde | 15,0 c | 44,3 c |
| Guatemala poptun | 70,6 abcd | 18,0 a | 54,5 ab |
| Honduras brus | 69,9 abcde | 17,7 ab | 54,7 ab |
| Honduras culmi | 64,0 cde | 17,9 a | 53,9 ab |
| Honduras guanaja | 57,8 e | 18,2 a | 59,5 a |
| Honduras limones | 64,4 bcde | 18,4 a | 54,7 ab |
| Honduras potosi | 67,5 abcde | 18,7 a | 59,5 ab |
| Nicaragua alamicamba | 77,9 a | 18,4 a | 55,4 ab |
| Nicaragua karawala | 71,3 abc | 18,8 a | 57,3 ab |
| Nicaragua santa clara | 63,0 cde | 18,6 a | 54,9 ab |

Dispositif en blocs complets à cinq répétitions.
Les mesures de hauteur et de circonférence ont été effectuées sur 30 arbres par placeau.
* Les provenances dont les valeurs sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Duncan.
La variable "taux de survie" a été analysée après transformation en arc sinus de la racine carrée du %.

**Tableau 4**
**Comparaison de la hauteur et de la circonférence des arbres entre les provenances de la parcelle 81/2.**

| Provenances | Hauteur moyenne (m) | Circonférence (cm) |
|---|---|---|
| Belize bermudan landing | 13,3 a* | 59,6 abc |
| Belize mountain pine ridge | 12,8 a | 59,2 abc |
| Honduras culmi | 11,5 b | 55,9 bc |
| Honduras guanaja | 13,7 a | 61,9 a |
| Honduras los limones | 11,6 b | 55,7 c |
| Nicaragua alamicamba | 13,7 a | 60,6 ab |
| Nicaragua karawala | Non mesurée | 60,2 abc |

Dispositif en blocs complets à huit répétitions.
Toutes les mesures ont été effectuées sur 50 arbres par placeau.
Le taux de survie à 9 ans est de 87% en moyenne.
* Les provenances dont les valeurs sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Duncan.

### Caractères qualitatifs

Les résultats sur les caractères qualitatifs sont consignés dans le tableau 5. Ils sont très hétérogènes. Les provenances jugées intéressantes en ce qui concerne les tiges multiples sont celles qui en possèdent peu. Il apparaît ainsi que la provenance Bahamas andros a un nombre relativement bas de tiges multiples tandis que la provenance Nicaragua karawala en détient un nombre assez élevé. La provenance Cuba cabanas présente les meilleurs atouts au point de vue de la rectitude, la moins intéressante est celle de Belize santos. De même Honduras potosi, Honduras guanaja, H. limones, Belize mélinda, Belize santos et Guatémala poptun sont des provenances à rectitude médiocre. Cuba vinales et C. cabanas ne font pratiquement pas de queue de renard contrairement à Honduras brus et Nicaragua karawala qui en présentent un nombre élevé. Les provenances de Cuba et la provenance de Belize santos sont les moins fourchues. Les arbres les plus fourchus proviennent du Bahamas andros et du Guatemala poptun. On distingue trois groupes d'individus en ce qui concerne la finesse de branches: ceux

**Tableau 5**
**Comparaison des caractères qualitatifs (exprimés selon des indices) entre les provenances de la parcelle 72/02.**

| Provenances | N. moyen de tiges multiples | N. moyen de fourches | N. pondéré de queues de renard | Angle des branches | Finesse des branches | Rectitude | Qualité globale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Australie | 1,1 ab* | 0,1 bc | 0,2 de | 1,4 abc | 1,3 bcd | 2,8 cd | Très bonne |
| Bahamas andros | 1,0 c | 0,4 a | 0,3 de | 0,8 d | 1,1 d | 2,8 cd | Très bonne |
| Belize melinda | 1,1 bc | 0,1 bc | 0,4 de | 1,4 abc | 1,4 abcd | 4,6 abc | Mauvaise |
| Belize santos | 1,1 ab | 0,0 c | 0,5 cde | 1,5 ab | 2,0 a | 5,4 a | Mauvaise |
| Cuba cabanas | 1,0 bc | 0,0 c | 0,0 e | 0,9 cd | 1,1 cd | 2,0 d | Très bonne |
| Cuba vinales | 1,0 bc | 0,0 c | 0,0 e | 1,0 bcd | 1,1 cd | 2,9 cd | Très bonne |
| Guatémala poptun | 1,1 bc | 0,4 a | 1,0 abc | 1,2 abcd | 1,8 ab | 4,0 abc | Mauvaise |
| Honduras brus | 1,1 bc | 0,1 abc | 1,3 a | 1,3 abcd | 1,6 abcd | 3,6 bcd | Moyenne |
| Honduras culmi | 1,0 bc | 0,2 abc | 0,3 de | 1,5 ab | 1,5 abcd | 3,8 bcd | Moyenne |
| Honduras guanaja | 1,1 bc | 0,1 abc | 0,6 bcd | 1,4 abc | 1,6 abcd | 4,4 abc | Mauvaise |
| Honduras limones | 1,1 bc | 0,3 ab | 0,3 de | 1,4 abc | 1,7 abc | 4,1 abc | Mauvaise |
| Honduras potosi | 1,1 ab | 0,2 abc | 0,6 cd | 1,4 abc | 1,9 ab | 5,0 ab | Mauvaise |
| Nicaragua alamicamba | 1,1 abc | 0,1 abc | 1,0 abd | 1,1 abcd | 1,5 abcd | 3,8 abcd | Moyenne |
| Nicaragua karawala | 1,2 a | 0,1 bc | 1,1 ab | 1,0 bcd | 1,5 abcd | 3,9 abcd | Mauvaise |
| Nicaragua santa clara | 1,1 bc | 0,2 abc | 0,5 cde | 1,6 a | 1,3 bcd | 3,7 bcd | Moyenne |

N = nombre

Dispositif en bloc complets à cinq répétitions.
* Les provenances dont les valeurs sont suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Duncan.

aux branches fines (Bahamas andros, Cuba vinales et C. cabanas), ceux aux branches moyennement grosses du Honduras (sauf H. potosi), du Nicaragua, d'Australie, du Guatémala et de Belize mélinda et ceux aux grosses branches du Honduras potosi et Belize santos. D'une manière générale, il apparaît donc que du point de vue de la forme, les individus provenant de Cuba, du Bahamas et d'Australie sont de loin, les plus beaux pins de la parcelle 72/02. Toutes les autres provenances sont de qualité globale moyenne ou mauvaise (tableau 5).

## Discussion, conclusions

Dans les conditions de notre expérimentation, les caractères étudiés révèlent des différences significatives entre les provenances. Ils concernaient l'adaptation (estimée en pourcentage de survie), la vigueur (la hauteur et la circonférence) et la forme du tronc (la rectitude, le nombre de fourches et de queues de renard, ...). Les réponses relatives à l'introduction des dix-sept provenances de *Pinus caribaea* ont abouti 9 et 18 ans après la plantation à quelques observations. Le taux de survie des provenances étudiées est largement supérieur à 50%, les provenances du Honduras (sauf H. culmi et H. limones dans la parcelle 81/2), du Nicaragua, et Guatemala poptun ont une bonne croissance mais généralement une mauvaise forme. Les provenances du Bahamas andros et Cuba vinales ont moins de multitiges; les provenances de plus belle forme, de bonne rectitude, ne formant quasiment pas de queue de renard et de fourche, aux branches fines et horizontales sont celles d'Australie, de Cuba et Bahamas. Elles se caractérisent malheureusement par une adaptabilité et une vigueur faibles sauf celles d'Australie. Ces résultats se rapprochent de ceux de Piton (8) en ce qui concerne le taux de survie, la vigueur des arbres, la rectitude moyenne du fût et la finesse des branches.

La supériorité des arbres de la parcelle 81/2 par rapport à ceux de la parcelle 72/02 en ce qui concerne la circonférence s'explique par la différence d'écartement entre les arbres dans les deux parcelles. Il est de 3,5 m x 3,5 m dans l'une (parcelle 81/2) et 2,5 m x 2,5 m dans l'autre. Plusieurs hypothèses peuvent expliquer cette variabilité des résultats telles que le génotype et l'influence des facteurs climatiques et édaphiques. Somme toute, cette étude montre que les provenances les plus vigoureuses ne sont pas les plus intéressantes au point de vue de la forme.

Les provenances étudiées n'ont pas encore atteint l'âge adulte pour la production de bois d'œuvre et les performances comme l'adaptation ne sont pas bien connues. On ne peut considérer la collection des provenances suffisamment complète pour qu'il soit inutile de penser à réintroduire de nouvelles. On pourrait aussi introduire de nouvelles descendances des provenances (plusieurs dizaines par provenance) dont l'intérêt est connu (bonnes performances), en vue d'augmenter la variété génétique. Ceci à terme pourrait permettre la création de verger à graines de clones des meilleurs individus choisis dans les meilleures descendances (forme et vigueur) des meilleures provenances (adaptation et vigueur).

Les résultats actuels sont des résultats minimaux exprimant la concurrence intraspécifique en l'absence d'éclaircie. L'augmentation de la qualité du bois et de la productivité du peuplement doit aussi s'appuyer sur un programme de recherche sur les traitements sylvicoles. La sylviculture envisagée consistera donc à réaliser les plantations futures avec des clones sélectionnés et à haute productivité soumis à des dégagements fréquents et des éclaircies répétées.

## Références bibliographiques

1. Besse F., 1982, Données climatologiques: station de Pointe-Noire 1931-1981. CTFT-Congo, Pointe-Noire, 16 p.

2. C.T.F.T., 1958, *Pinus caribaea* Morelet et *Pinus elliottii* Engelmann. Caractères sylvicoles et méthodes de plantations. Bois et forêts des tropiques **62**: 21-27.

3. Dagnélie P., 1986, Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques. Vol **2**. Presses agronomiques, Gembloux (Belgique), 451 p.

4. Ehrhart Y., 1989, Exploration de la variabilité de *Pinus caribaea hondurensis* en Nouvelle-Calédonie, Vol. **1**, CTFT. Nouvelle-Calédonie, 98 p.

5. Grison F., 1972, Essais d'introduction de pins tropicaux dans les savanes côtières du Congo. GERDAT-CTFT, Nogent-sur-Marne, 30 p.

6. Jamet R., 1975, Evolution des principales caractéristiques des sols des reboisements de Pointe-Noire, ORSTOM, Brazzaville, 34 p.

7. N'zala D., Nongamani A., Moutsamboté J.M., Mapangui A., 1997, Diversité floristique dans les monocultures d'Eucalyptus et de pins au Congo. Cahiers Agricultures **6**: 169-174.

8. Piton P., 1983, Les essais provenances de *Pinus caribaea* et *P. oocarpa* au Congo. CTFT-Congo, Pointe-Noire, 9 p.

9. Portefaix C., 1987, Exploration de la variabilité génétique du pin laricio de Corse, *Pinus nigra* Arn. ssp *laricio* var *corsicana* Loud. Perspectives pour l'améioration de l'espèce. Thèse doct. ing. INA, Paris-Grignon, 105 p.

A. Moutanda: Congolais. Ingénieur des eaux et forêts. Chercheur au Centre de Recherche Forestière du littoral (C.R.F.L.).
D. N'zala: Congolais. Ingénieur de développement rural. des eaux et forêts; docteur en biologie végétale et forestière. Maître-assistant à l'Institut de Développement Rural, Université Marien Ngouabi.
J.G.M. Kazotti: Togolais. Ingénieur de développement rural.

## AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

---

## BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebeid van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.

# Etude bactériologique et biochimique du miel vendu au marché central de Bukavu (Congo)

K. Kitambala*

Keywords: Honey - Bacteria - Biochemistry - Contamination - Consumption.

## Résumé

*Le miel vendu au marché central de Bukavu (Congo) est produit par des apiculteurs traditionnels. Le présent article consiste en une étude bactériologique et biochimique de cette denrée en vue de déterminer son niveau de contamination et de pollution.*
*Les résultats obtenus ont mis en évidence une contamination d'origine fécale (présence d'entérobactéries dont* Escherichia coli*). Les tests biochimiques ont indiqué la présence des bactéries fermentant le glucose et altérant ainsi la qualité du miel. Celui-ci est donc impropre à la consommation et constitue un danger pour la santé humaine.*

## Summary

### Bacteriological and Biochemical Study of Honey Sold at Bukavu (Congo) Central Market

*The honey sold in the central market of Bukavu (Congo) is produced by traditional bee keepers. This article deals with a bacteriological and biochemical study of this product in order to determine its contamination and pollution levels.*
*Results indicated a contamination of faecal origin (presence of enterobacteria such as* Escherichia coli*). The bacteriological tests showed the presence of bacteria fermenting glucose, thus altering the quality of the honey. The latter is therefore inappropriate for consumption and constitutes a danger for the health of humans.*

## Introduction

Une ruche est protégée par un enduit, la propolis, qui maintient son asepsie grâce à ses pouvoirs bactériostatiques et antifongiques (18,22). Le miel y est donc conservé dans des conditions aseptiques. Une fois hors de ce milieu, il est susceptible d'être contaminé lors des manipulations apicoles telles que la récolte, l'extraction et l'exposition à la vente. C'est pendant celles-ci que le miel s'hydrate et par conséquent devient un milieu favorable à la prolifération des micro-organismes de l'air et des germes apportés par les mains de l'apiculteur.

La plupart des apiculteurs minimisent les précautions qui s'imposent pour le maintien de la qualité du miel à savoir sa récolte, son extraction, sa conservation et sa commercialisation en conditions aseptiques, d'où la pollution de cette denrée. La teneur du miel en glucides (75%) étant très élevée (15), les micro-organismes peuvent rapidement altérer ses caractéristiques organoleptiques et physico-chimiques alors qu'il est de plus en plus utilisé en thérapie traditionnelle notamment contre la toux, la gingivite, les plaies... (9,12) et en alimentation humaine.
Le présent travail se propose d'effectuer une étude bactériologique et biochimique du miel vendu au marché central de Bukavu, en vue de déterminer son niveau de contamination et de pollution.

## Matériel et méthodes

### Echantillonnage, stérilisation, ensemencement et culture

L'étude a été réalisée à l'Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu (2°30' S, 28°51' E, 1460 m alt.). Deux points de vente à activités intenses ont constitué les sites de prélèvement des échantillons. Dix prélèvements par site ont été effectués au hasard.
La verrerie utilisée a été stérilisée à la chaleur sèche à 160°C pendant 2 heures. Quant aux milieux de culture, ils ont été, après préparation, stérilisés à la chaleur humide à 120°C pendant 15 minutes.
Un ml de chaque dilution a été ensemencé et homogénéisé sur le milieu en boîte de Pétri. La culture des bactéries hétérotrophes aérobies a été réalisée sur la gélose nutritive, la différenciation des coliformes sur l'agar lactosé à l'éosine et au bleu de méthylène (EMB-lactose) et sur l'agar de MacConkey, la recherche des bactéries lipolytiques sur le milieu de Rahn et celle des vibrions sur le TCBS-agar. La culture du miel prélevé directement à la ruche a été réalisée sur la gélose nutritive.

### Dénombrement des germes sur différents milieux

La boîte de Pétri a été divisée en quatre parties égales et les colonies ont été comptées dans un "quartier" choisi au hasard. Le nombre de bactéries par ml

* Institut Supérieur Pédagogique de la Communauté Evangélique au Centre de l'Afrique (I.S.P.T./C.E.C.A.-20), P.O. Box 21285 Nairobi, Kenya
Reçu le 09.06.95 et accepté pour publication le 30.01.98.

d'échantillon a été calculé en multipliant le chiffre global par le facteur de dilution.

### Isolement et purification des souches

Douze colonies isolées à partir de dix prélèvements ont été repiquées sur la gélose nutritive coulée en boîtes de Pétri ou dans des tubes à essai inclinés.

### Etude biochimique du métabolisme bactérien

Une goutte d'eau oxygénée (solution 3%) a été coulée sur un inoculum prélevé d'une souche pure. Celle-ci se montre soit catalase positive par dégagement immédiat de bulles d'oxygène, soit catalase négative par absence de cette réaction.
La fermentation du glucose a été testée en repiquant les souches pures sur un milieu préparé essentiellement à base de cette substance (glucose). Après 48 heures d'incubation à l'étuve, l'acidification a été détectée en ajoutant quelques gouttes de méthyle rouge à la culture. Le virage au jaune (pH supérieur à 5,0) indique un est négatif tandis que le virage au rouge (pH inférieur à 4,8) indique un test positif (20).
Pour contrôler la décomposition de l'amidon en glucose, différentes souches bactériennes isolées ont été inoculées dans le bouillon nutritif et les solutions de Fehling A et B ont servi pour le test.
La coloration différentielle de Gram é été réalisée selon la méthode décrite par Carbonnelle *et al.* (4) et par l'O.M.S. (14).

## Résultats et discussion

### Dénombrement des germes sur différents milieux

Le dénombrement des germes a donné une moyenne de $738.10^3$, $684.10^3$, $533.10^3$, $12.10^2$ et 0 germes/ml respectivement sur gélose, EMB-lactose, MacConkey, Rahn et TCBS-agar pour du miel manipulé. Cependant, rien ne s'est développé de la culture du miel prélevé directement à la ruche, ce qui confirme l'aseptie dans cette dernière (13). Bien que l'incubation ait été réalisée à 37°C pendant 48 heures pour tous les milieux, sa durée a été exceptionnellement de 7 jours pour le milieu de Rahn, le développement bactérien s'y étant avéré très lent.
L'appréciation de l'état sanitaire des échantillons a été faite selon les normes belges appliquées aux pâtisseries et aux desserts: le nombre de germes/ml sur gélose nutritive étant supérieur à $3.10^5$ germes (10), ceci suggère une pollution par des bactéries hétérotrophes aérobies. Leur nombre élevé augmente le risque de la présence des bactéries pathogènes (2,8,16).
Le titre bactérien sur EMB-lactose et sur agar de MacConkey est de loin supérieur à 1000 germes/ml (10), ce qui prouve une contamination par des coliformes. Leur présence dans les eaux des boissons ou dans les denrées alimentaires traduit une pollution d'origine fécale (1,3,5,6,10,21). Une étude similaire effectuée sur le lait vendu au marché central de Bunia (Congo) a indiqué qu'il est de loin plus pollué que le miel vendu au marché central de Bukavu soit $125.10^5$ germes/ml sur MacConkey (13).
Les germes dénombrés sur le milieu de Rahn étaient des bactéries lipolytiques. Leur rareté par rapport aux germes dénombrés sur gélose, EMB-lactose et MacConkey, s'expliquerait par la faible concentration des lipides dans le miel évaluée à 0,2% (15). Les vibrions n'ont pas été observés sur le TCBS-agar. Cela peut se justifier par l'absence d'épidémie de choléra à Bukavu depuis un certain temps.

**Tableau 1**
**Caractéristiques des colonies isolées**

| N° Souches | Milieux de culture | Diamètre | Coloration | Aspect général |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Gélose | ≈ 1 mm | Grise | Bombée à aspect laiteux |
| 2 | Gélose | Colonie ponctuelle | Jaune | - |
| 3 | Gélose | Colonie ponctuelle | Jaune | - |
| 4 | Gélose | Colonie ponctuelle | Orange | - |
| 5 | Gélose | Colonie ponctuelle | Jaune-claire | - |
| 6 | Gélose | ≈ 1 mm | Grise | Bombée à aspect laiteux |
| 7 | Gélose | ≈ 0,5 mm | Blanche | Aplatie à contour lisse |
| 8 | Gélose | Colonie ponctuelle | Jaune-claire | - |
| 9 | Gélose | ≈ 1 mm | Jaune-orange | Bombée à aspect laiteux |
| 10 | Gélose | ≈ 2 mm | Grise | Aplatie |
| 11 | EMB-Lactose | ≈ 2 mm | Verdâtre | Eclat métallique |
| 12 | MacConkey | Colonie ponctuelle | Blanche | - |

- = sans aspect général caractéristique.

### Caractéristiques des colonies isolées

Les caractéristiques des colonies isolées, résultant de leur reconnaissance macroscopique, sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 2**
**Résultats de tests biochimiques du métabolisme bactérien et de la coloration différentielle de Gram des échantillons de miel**

| Tests N° Souches | Production de la catalase | Fermentation | | Décomposition de l'amidon en glucose | Coloration de Gram |
|---|---|---|---|---|---|
| | | du lactose | du glucose | | |
| 1 | - | - | - | + | Coques Gram - |
| 2 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 3 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 4 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 5 | - | - | + | - | Coques Gram + |
| 6 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 7 | + | + | + | + | Coques Gram + |
| 8 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 9 | + | - | + | + | Coques Gram - |
| 10 | + | - | + | + | Coques Gram + |
| 11 | + | + | + | - | Bâtonnets Gram - |
| 12 | + | - | + | + | Coques Gram + |

+ : Test positif
- : Test négatif
Gram + : Gram positif
Gram - : Gram négatif

Ces résultats ont contribué à la classification présomptive des micro-organismes et ont permis d'identifier *E. coli* sur EMB-lactose: coloration verdâtre à éclat ou reflet métallique. Cette observation a été confirmée par quelques tests biochimiques. C'est le cas de la souche 11 (Tableaux 1 et 2).

Sur les 12 souches isolées, 10 ont été repiquées de gélose nutritive contre un seul d'EMB-lactose et un seul d'agar de MacConkey. Cette différence est due au fait que chacun de ces deux derniers milieux sélectifs n'a développé que des colonies à caractéristiques similaires, il n'a pas été nécessaire d'en multiplier les souches.

**Quelques aspects métaboliques des souches isolées**

De toutes les souches étudiées, seules la 1e et la 5e sont catalase négative (17%), ayant le désavantage de ne pas activer la décomposition du peroxyde d'hydrogène (produit toxique). Les autres (83%) sont catalase positive.

Sur les 12 souches étudiées, seules la 7e et la 11e fermentent le lactose en acide lactique (soit 17%). Toutes les souches ont fermenté le glucose en acidifiant le milieu, à l'exception de la souche 1 dont le milieu est resté neutre.

Le test de la décomposition de l'amidon est positif pour 10 souches (soit 83%) et négatif pour les souches 5 et 11 (soit 17%). Celles-ci n'ont probablement pas produit d'amylase nécessaire à la dégradation de l'amidon.
Sur les 12 souches, 11 sont des coques (soit 92%), parmi lesquelles 9 sont Gram positif (soit 82%), et 2 sont Gram négatif (soit 18%). Une seule, soit la souche 11, est constituée des bâtonnets Gram négatif et sa coloration vient confirmer son identification en corroborant les caractéristiques indiquées dans le tableau 1 (verdâtre à éclat métallique). Il s'agit bien d'*E. coli*. Ce dernier est un bâtonnet Gram négatif dont les colonies prennent un aspect très typique d'éclat métallique en lumière indirecte. Il fermente le lactose... et quelquefois le glucose, mais n'attaque pas l'amidon (11,19) comme le confirme la souche 11 (Tableau 2).

**Quelques sources de contamination du miel par *E. coli***

D'une part, à la récolte du miel, certains apiculteurs enduisent leurs visages et mains de la bouse dont l'odeur inhiberait l'agressivité des abeilles. D'autre part, le trou de vol de la ruche est enduit des résidus de l'extraction d'huile de palme. En outre, à l'extraction du miel, les apiculteurs ne veillent pas à la propreté de leurs mains avant le pressage des rayons. Enfin, certains récipients contenant du miel destiné à la vente et la cuiller servant à mesurer, sont exposés à l'air libre. Ces pratiques insalubres sont certainement quelques unes des sources de contamination du miel par *E. coli*. Des études similaires montrent également que les manipulations et pratiques inadéquates sont à la base de la contamination fécale et de la détérioration des qualités physico-chimiques et organoleptiques des poissons commercialisés au Burundi et au Bénin (17,21). Bien que les denrées alimentaires soient pour la plupart correctement traitées aux Etats-Unis, les recherches récentes font de plus en plus état des maladies causées par des produits contaminés (viandes, fruits, légumes...) vendus sur les marchés (6).

Les conditions de stockage, de transport et de vente des denrées alimentaires devraient être plus saines afin de garantir la santé des consommateurs (6,13,17,21).

## Conclusion

L'étude bactériologique et biochimique du miel vendu au marché central de Bukavu a permis de comprendre en partie le métabolisme bactérien dans cette denrée alimentaire. En effet, la présence d'entérobactéries dont *E. coli* est une preuve de contamination fécale, ce qui rend ce miel impropre à la consommation car il peut constituer, pour la population, une source de contamination en cas d'épidémie entérique.
Les tests biochimiques ont indiqué la présence des bactéries fermentant le glucose et altérant ainsi la qualité du miel.

Considérant la mauvaise qualité bactériologique de ce miel et les éventuelles conséquences néfastes y afférentes, alors qu'il est de plus en plus utilisé en thérapie traditionnelle et en alimentation, nous suggérons:

- Que l'Association des Apiculteurs du Kivu (API-KIVU) multiplie les campagnes de sensibilisation et renforce les mesures d'encadrement des apiculteurs;
- Que le pouvoir étatique, par l'entremise de son service d'hygiène publique, assure un minimum d'éducation sanitaire aux vendeurs du miel au marché central de Bukavu.

## Remerciements

Nos sincères remerciements au Département de Biologie de l'I.S.P. Bukavu, pour avoir alloué ses laboratoires à la réalisation de ce travail. Toute notre gratitude au Professeur N. Byamungu (I.S.P. Bukavu) pour ses directives ainsi que pour les réactifs mis à notre disposition. Nous exprimons notre reconnaissance au Docteur Ingénieur B.A. Ruhigwa, Professeur à l'ISPT/CECA-20 Bunia, pour ses suggestions et à l'Ingénieur G. Chauvaux (†) (FSAG) pour la documentation qu'il nous a généreusement fournie.

## Références bibliographiques

1 Borrigo A.F., Arrabal F. & Romero P., 1982. Study of Microbiological Pollution of a Malaga Littoral Area II, Relationship between Faecal Coliforms and Faecal Streptococci, VI journées Etud. Pollution Cannes, 2-4 décembre: 561-566.

2. Bourgeois C.M., 1980. La microflore aérobie mésophile totale. In: Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Le contrôle microbiologique. Bourgeois C.M. et Leveau J.Y. Coordinateurs. APRIA, Techniques et Documentation, **3**: 93-97.

3. Buttiaux R., 1971. Micro-organismes pathogènes et toxinogènes des aliments. Cahiers Nutr. Diet., **6** (3): 28-29.

4. Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A., Pinon G. & Vargues R., 1987. Bactériologie médicale. Techniques usuelles. SIMEP, Paris, p.15.

5. Catsaras M. & Bourgeois C.M., 1980. Les indices de contamination fécale. In: Techniques d'analyses et de contrôle biologique. Bourgeois C.M. et Leveau J.Y. Coordinateurs. APRIA, Techniques et Documentation, **3**: 174-187.

6. Gavzer B., 1997. How to Prevent Food Poisoning. Parade Magazine, October 19: 4-6.

7. Heselmans R., 1994. Conditionnement et vente du miel. Fiche technique E09, Rucher-Ecole de Mons, 4 p.

8. Hobs B. & Gilbert J., 1974. Microbial counts in the relation to food poisoning in IUFOST. Proceedings of the International Congress in Food Science and Technology. Madrid, **3**: 159-169.

9. Kitambala K., 1996. Le miel et son usage en thérapie traditionnelle. Colloque du Centre de Recherche Multidisciplinaire pour le Développement. CRMD/Bunia, 10-16 octobre.

10. Lamaye J.C., 1990. Analyse d'une denrée alimentaire, Protocole simplifié à l'usage des enseignants. Institut Provincial d'Hygiène et de Bactériologie du Hainaut.

11. Marchal N. & Bourdon J.L., 1973. Milieux de culture et identification biochimique des bactéries. DOIN, Paris. pp. 111-117.

12. Martine Dany-Mazeau & Ghislaine Pautard, 1994. De la ruche à l'hôpital: l'utilisation du miel dans le processus de cicatrisation. Panorama Médical, **1** (8): 467.

13. Monondo E., Ndusu M. & Bushu M., 1996. Etude sur la qualité bactériologique du lait consommé à Bunia (Est du Zaïre) et environs. Lettre du sous-réseau PRELUDE-SPAE, **9**: 6-7.

14. O.M.S., 1990. Manuel des techniques de base pour le laboratoire médical. Genève. pp. 235-237.

15. Randon L., 1974. Tables de composition des aliments. Jacques Lanore, Paris, 116 p.

16. Sikkiler J.M., 1969. Total Counts as Indexes of Food Quality. In: Microbiological Quality of Food, eds L.V. Slanetz, C.O. Chichester, A.R. Ganfin & Z.J. Ordal, p. 102.

17. Sindayigaya E., Debevere J. & Deelstra H., 1990. Appréciation et amélioration de la qualité bactériologique du poisson commercialisé au Burundi. Cas de *Stolothrissa tanganicae* et *Luciolates stappersii*. Tropicultura, **8** (2): 64-68.

18. Six Anne & J., 1982. La vie privée des abeilles. Chêne/Hachette, Paris. s.p.

19. Sonnenwirth A.C., 1973. The Enteric Bacilli and Similar Gram-Negative Bacteria. In: Microbiology. Harper & Row, pp. 753-788.

20. Van Pee W., Deconinck G. & Castelein J., 1968. Microbiologie générale, Manuel pratique. O.N.R.D., Kinshasa, 146 p.

21. Van den Berghe C. & Oliyide A., 1988. Qualité du poisson fumé (*Tilapia spp*) en fonction des méthodes de transformation et d'entreposage en République Populaire du Bénin. Tropicultura, **6** (2): 51-59.

22. Villières B., 1987. L'apiculture en Afrique Tropicale. GRET, Paris, 220 p.

K. Kitambala: Congolais. Licencié Agrégé en Biologie. Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique Technique de la 20e Communauté Evangélique au Centre de l'Afrique (I.S.P.T./C.E.C.A.-20) de Bunia, République Démocratique du Congo.

# Performance of High-Yielding Cassava Varieties in Terms of Quantity of Gari per Unit of Labor in Nigeria

M. Tshiunza[1], F.I. Nweke[1] & E.F. Tollens[2]

Key words: Cassava - Yield - Gari - Labor - Adoption


## Summary

*This paper compares the quantities of gari produced per unit of labor from high-yielding and local varieties of cassava in Nigeria. Gari is a cassava-based granule obtained by roasting fermented cassava paste. It is widely consumed in Nigeria and many other West African countries. The results of the study show that, although high-yielding cassava varieties are superior to local varieties in terms of fresh roots per unit area, the difference in terms of gari (kg) per unit labor (person-day) between the two is not significant. This is due to high labor requirements for transportation and processing activities incurred by high-yielding varieties. The study further indicates a negative relationship between the adoption of high-yielding cassava varieties and distance to fields, the use of headload/backload as transportation means, and lack of processing machines in the village. This means that farmers are less likely to adopt high-yielding varieties of cassava where transportation and processing activities of cassava are carried out manually.*



## Résumé

**Performance des variétés de manioc à haut rendement en termes de gari produit par unité de travail au Nigeria**

*La présente étude compare les quantités de gari produites par unité de travail entre les variétés de manioc à haut rendement et les variétés locales. Le gari est un produit granulé obtenu par rôtissage de la pâte fermentée de manioc. Il est largement consommé au Nigéria et dans la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest. Les résultats de l'étude montrent que, malgré la supériorité en rendement de manioc frais des variétés améliorées sur les variétés locales, la différence en termes de gari produit par unité de travail (homme-jour) entre les deux variétés de manioc n'est pas significative. Ceci est essentiellement dû au fait que le transport des racines fraîches de manioc ainsi que leur transformation en gari exigent relativement plus de travail pour les variétés améliorées que pour les variétés locales. En outre, l'étude indique l'existence d'une relation négative entre l'adoption des variétés améliorées de manioc avec la distance au champ, l'utilisation de la tête ou du dos comme moyen de transport des récoltes et l'absence de machine de transformation de manioc dans le village. Ceci voudrait dire que les chances d'adoption des variétés de manioc à haut rendement sont très maigres là où le transport du manioc frais ainsi que sa transformation se font essentiellement à la main.*


## Introduction

Cassava is a major staple in Nigeria where it ranks second in importance after yam. In order to increase the production output of cassava in Nigeria, high-yielding varieties have been developed and released by the National Root Crops Research Institute (NRCRI) and by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA). Their performance is generally determined in terms of quantity of fresh roots produced per unit area. However, in Africa, labor is often more constraining than land because farm operations are manually performed. As a consequence, labor input in crop production is higher in Africa than in most developing regions (6). Moreover, in the particular case of Nigeria, most of the cassava produced is used in processed forms such as gari, lafun, fufu, abacha, etc. Cassava processing is intensive in the use of labor (4) since roots are manually processed with traditional techniques. This means that processing labor per unit weight is constant, irrespective of the quantity processed. Consequently, as yield per unit area increases, processing labor per unit area also increases. In addition, harvested crops including cassava are still mostly transported by headload and backload. The objective of this study is to quantitatively measure the effect of the increase in cassava yield on labor productivity at the processing level and examine the implications in terms of the adoption of improved varieties. The processed cassava product chosen is gari which is a granule widely consumed in Nigeria.

## Methodology

### Sampling and collection of data

This paper is based on information collected in 65

1 International Institute of Tropical Agriculture (IITA-Ibadan), c/o L.W. Lambourn & Co., Carolyn House, 26 Dingwall Road, Croydon CR9 3EE. England
2 Katholieke Universiteit Leuven, Department of Agri Economics, Leuven
Received on 20.12.96 and accepted for publication on 17.06.98

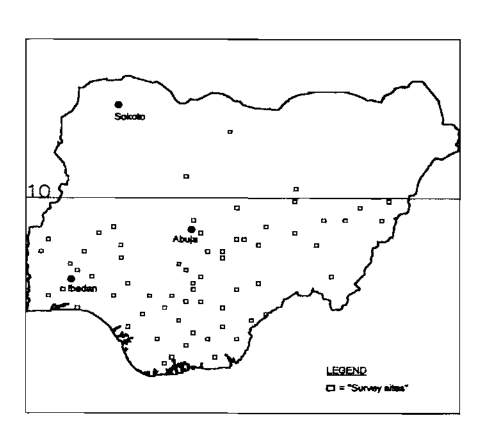
**Table 1: Definition of climatic zones**

| climatic zone | mean temperature (°C) | daily mean range temperature (°C) | months of dry season (< 60 mm rain) |
|---|---|---|---|
| lowland humid | > 22 | < 10 | < 4 |
| highland humid | < 22 | < 10 | < 4 |
| sub-humid | > 22 | > 10 | 4 - 6 |
| non-humid | > 22 | > 10 | 6 - 9 |

Source: Carter and Jones (1)

Nigerian villages as part of the Collaborative Study of Cassava in Africa (COSCA). Climate, population density and market infrastructure formed the bases for sampling. Following Carter and Jones (1), four climatic zones were defined from temperature and duration of dry periods within the growing season (Table 1). Information available on all-weather roads, railways, and navigable rivers was derived from the 1987 Michelin travel maps and used to create a market access infrastructure map of Africa. This map was divided into good and poor zones according to the density of the roads, railways, or navigable waterways. Population density from the United States Census Bureau (unpublished) was used to calculate population densities and create a population map of Africa. This was divided into high (50 or more persons / km2) and low (fewer than 50 persons / km2) demographic pressure zones. The three maps of climate, population density, and market access infrastructure were overlaid to create zones with homogeneous climatic, demographic, and market conditions. Each climate/population density/market zone with fewer than 10,000 ha of cassava was excluded as unrepresentative of cassava-growing areas. The remaining areas which formed the potential survey regions were divided into grids of cells of 12' latitude by 12' longitude to form the sample frame for site selection. Sixty-five grid cells were selected randomly and one village was selected randomly in each of the grid cells (Figure 1).

In each selected village, a list of farm households was compiled and grouped into large, medium and small units according to their size with the assistance of key informants. Farm households that cultivated 10 ha or more of all crops were excluded. One farm household was randomly selected from each stratum. A total of 195 farm households was selected. Information was taken at the field level on all cassava fields cultivated



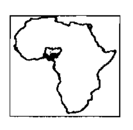



Fig. 1: Map of Nigeria, locations of survey sites

by each of the selected farm households. The information collected included, among others, cassava varieties (local or improved) planted in each field, crop area data, planting densities, distance from farmers' homesteads to their fields, presence of a cassava processing machine in the village, transportation means of cassava output from the fields, cassava fresh root yield and labor inputs. Improved varieties are here defined as bred varieties which have been released since the 1970's by the National Root Crops Institute (NRCRI), and by the International Institute of Tropical Agriculture (IITA) which has its headquarters at Ibadan in Nigeria. Field size was determined by measurement with compass, tape and ranging poles. Yield estimation was made for fields which were 9 months old and above, except when the farmer had harvested before that time. The estimation was based on a representative sample of 40 m2; if the field was small, a 20 m2 plot was used. There were one or two plots per field, depending on the size and heterogeneity of the field in terms of soil and toposequence. Cassava stands within the sample plot were counted, then harvested and fresh roots weighed. Field production labor information was based on estimates by the farmers; for each field the farmer was asked who (men, women, or children under 15 years of age) mostly performed each farm operation, i.e., land clearing, seedbed preparation, planting, weeding, and harvesting, and field-to-home transportation of cassava roots. The farmer was then asked how many men, women, or children would complete each of the farm operations in each field in one day. This survey was conducted in 1991-1992.

### Analysis of data

The unit for the analysis is the field, whose area is converted to hectare for comparison purpose. The fields are divided into two groups: (a) with local and (b) with improved varieties of cassava. The number of people (men, women or children) who would complete each farm operation in one day is equated to mandays, womandays or childdays of labor and converted to person-days by factors of one to one for mandays and womandays, and half to one for childdays; this is then converted to person-days per hectare by dividing by the area of the field. For both types of fields, the average of the amount of labor allocated to each farm task and total field production labor are computed. Field production labor comparison between the two types of fields is done using the Student t-test (3). Quantities of cassava output measured from representative plots are converted to quantities per hectare; the average for each type of field is computed and comparison also done with the t-test. The quantity of gari is computed for each type of field using the conversion rate of 20% from fresh roots to gari (4). Indices (local variety yield = 100%) of gari yield per unit area and per unit labor (production and processing labor) are computed.

## Results and discussion

### Root yield per unit area

Fresh root yield of the improved cassava varieties (19440 kg/ha) is 45% higher than the yield of local varieties (13410 kg/ha) (Table 2). In an independent sur-

**Table 2: Cassava fresh root yield (kg/ha) and gari yield (kg/ha) of local and improved varieties of cassava**

| yield | local (n=105) | improved (n=35) |
|---|---|---|
| fresh roots | 13410 | 19440 |
| gari | 2682 | 3888 |

vey, Nweke et al. (4) obtained 19600 kg/ha for the improved varieties and 11200 kg/ha for the local in the humid climate zone of Nigeria. IITA obtained averages of 21000 kg/ha in 1983, 23500 kg/ha in 1984, and 16000 kg/ha in 1985 in researcher-managed on-farm trials with the improved varieties in three locations within the humid zone of Nigeria (2). Improved varieties are more tolerant than local varieties to common diseases such as African cassava mosaic disease (ACMD) and cassava bacterial blight (CBB), and to pests such as cassava green mite (CGM) and the cassava mealybug (CMB). Gari yields are 3888 kg/ha for the improved varieties and 2682 kg/ha for local varieties (Table 2).

## Labor input per unit area

Survey results show that the amount of labor allocated to land clearing operations is lower in fields with high-yielding varieties of cassava than with local varieties (Table 3). This is because high-yielding varieties are more widely adopted where market and demographic pressures on land are higher; in these areas, the fallow period is usually shortened which results in less dense vegetation to be cleared (7). Seedbed preparation labor and planting labor are higher for the improved varieties than for the local. It has been noticed that where improved varieties are adopted, farmers tend to plow their land more, use more manure and fertilizers, and adopt a higher planting density (5, 7). However, weeding labor is lower in fields planted with improved varieties of cassava than with local. Improved cassava varieties usually establish a low canopy that hinders the development of weeds through shading. Following the significant yield difference in favor of the improved varieties, labor requirements per unit area for harvesting and transportation are significantly higher for improved varieties than for local. As a result, total labor, including both field production and transportation labor, is higher (20%) for the improved varieties than for the local (Table 3).

**Table 3: Field production and processing labor (person-days/ha) of local and improved varieties of cassava**

| operation | local (n=105) | improved (n=35) | sd sd | variation (% of local) |
|---|---|---|---|---|
| clearing | 52a | 46b | 29 | -12 |
| seedbed | 34a | 48b | 21 | +41 |
| planting | 29a | 35b | 19 | +21 |
| weeding | 42a | 34b | 24 | -24 |
| harvesting | 53a | 71b | 37 | +34 |
| subtotal (1) | 210a | 234b | 48 | +11 |
| transportation | 79 | 114 | 43 | +44 |
| subtotal (2) | 289 | 348 | 52 | +20 |
| processing (3) | 268 | 389 | — | +45 |
| grand total (2)+(3) | 557 | 737 | — | +32 |

For each farm operation, means with the same letter are statistically the same (p=0.05)

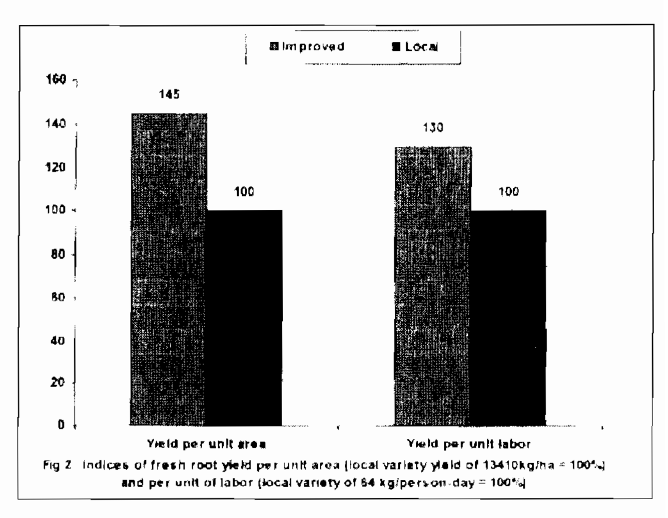


Fig 2 Indices of fresh root yield per unit area (local variety yield of 13410kg/ha = 100%) and per unit of labor (local variety of 64 kg/person-day = 100%)

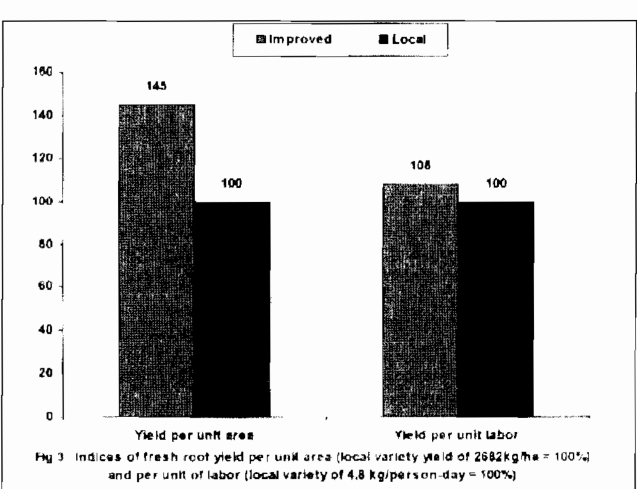


Fig 3 Indices of fresh root yield per unit area (local variety yield of 2682kg/ha = 100%) and per unit of labor (local variety of 4.8 kg/person-day = 100%)

Nweke et al. (4) estimated the labor input in the peeling and roasting activities in the making of gari as 20 womandays per ton of fresh roots. At yield rates given above (Table 3), the processing labor would be 389 person-days/ha for the improved and 268 person-days/ha for the local varieties, a difference of about 45%. The processing labor is proportionate to the fresh root yield per unit area because processing is carried out manually and labor input does not decline with quantity processed.

It is worth noting, from the foregoing that more labor is required to process cassava into gari than to produce cassava fresh roots.

## Cassava yield per unit labor

On average, 83 kg of cassava root yield in fresh form are produced per person-day of labor with improved varieties and 64 kg with local varieties; this represents a difference of about 39% in favor of the improved varieties (Figure 2). Gari yield per person-day of labor is 5.3 kg for improved varieties and 4.8 kg for local; this represents a difference of only 8% in favor of improved varieties (Figure 3). This gap is substantially narrower than the gap in the gari yield as well as in fresh root yield per unit area. This is because transportation and processing labor requirements per unit area are substantially higher for the improved varieties than for the local. Transportation activity requires more than one third of field production labor requirements for the local varieties and almost half of field production labor re-

quirements for the improved varieties. Transportation and processing labor requirements are, respectively, almost 45% higher for the improved varieties than for local cassava.

From the foregoing analysis, it can be hypothesized that the adoption of high-yielding varieties of cassava may be hindered where transportation and processing activities are manually carried out. This is tested by examining, using the logit model, the impact of distance to fields (LOCATE), transportation means (TRAMEAN), and the availability of a cassava processing machine in the village (CACINE) on the probability of adoption of improved varieties of cassava (VARYT). The explicit function which explains the likelihood of adoption of improved varieties is given as

VARYT = f (LOCATE, TRAMEAN, CACINE) where

VARYT = cultivation of improved variety of cassava in a field; VARYT = 1 if improved variety is planted in the field and 0 if not;

LOCATE= location of cassava fields in relation to farmers' homesteads; LOCATE = 1 if field is distant to farmers' homesteads and 0 if otherwise;

TRAMEAN = means of transportation of cassava output from the field; TRAMEAN = 1 if means of transportation is headload or backload and 0 if otherwise;

CACINE = availability of cassava processing machine in the village; CACINE = 1 if there is no cassava processing machine in the village and 0 if otherwise.

**Table 4: Parameter estimates of explanatory variables of adoption of improved cassava varieties (VARYT)**

| variable | parameter estimate | standard error | Wald Chi-square | Pr > Chi-Square |
|---|---|---|---|---|
| intercept | -3.1599 | 0.4606 | 47.0627 | 0.0001 |
| LOCATE | -1.7292 | 0.7271 | 5.6555 | 0.0174 |
| TRAMEAN | -0.5526 | 0.3342 | 2.7329 | 0.0983 |
| CACINE | -1.2027 | 0.4736 | 6.4490 | 0.0111 |
| Statistics | | | | |
| -2Log: | intercept only: | 522.696 | | |
| | intercept & cov: | 501.108 | | |
| | Chi2 for cov : | 21.588 | | |
| | with DF: | 3 (p=0.0001) | | |
| | Percent of correct specification: | 33.3 | | |

The results of analysis (Table 4) show a negative and statistically significant relationship between distance to fields and cultivation of improved cassava varieties. This means that where fields are located far away from farmers' homesteads the adoption of high-yielding varieties of cassava is not likely to have much success because of the reasons given above. This will be particularly the case in areas of high demographic pressure resulting in land scarcity and the need to travel longer distances to and from fields (7). Tshiunza et al. (8) found that about 75% of cassava fields in sub-Saharan Africa are located far away from farmers' homesteads as a result of demographic and market pressures on land. Transportation by headload/backload bears a negative and statistically significant relationship with the likelihood of adoption of improved cassava varieties. This means that the lack of motorized vehicles for the transportation of cassava output from fields is likely to impede the adoption of high-yielding cassava varieties. Lack of cassava processing machine in the village has a negative and statistically significant relationship with the likelihood of cultivation of improved cassava varieties.

## Conclusion

Cassava fresh root yield per unit area is significantly higher (45%) for the improved varieties than for the local. However, field production labor per unit area is also higher (11%) for the improved varieties. As a result, their advantage in terms of cassava root yield per unit labor is only 30%. When transportation and processing activities are taken into account, gari yield per person-day is only about 8% higher for the improved varieties. This is because field-to-home transportation activity and the processing of cassava into gari are highly labor-intensive, and the processing labor requirements per unit weight are constant. These results indicate that high-yielding cassava varieties do not have a significant advantage (kg of gari per person-day) over local varieties. As a result, the level of their adoption is negatively related with distance to fields, headload transportation means, and absence of a processing machine in the village. It is suggested that field-to-home transportation (of fresh roots) as well as processing activities be mechanized, especially in areas characterized by relative land scarcity.

## Literature


1. Carter S.E. & Jones P.G., 1989. COSCA Site selection procedure. COSCA Working Paper No. 2, Collaborative Study of Cassava in Africa, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, 19 p.
2. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), 1986. Root and Tuber Improvement Program Annual Report for 1985, Ibadan, 115 p.
3. Mezei, L.M., 1990. Practical spreadsheet statistics and curve fitting for scientists and engineers, Prentice Hall, New Jersey, 311 p.
4. Nweke F.I., Ezumah H.C. & Spencer S.C., 1993. Farm level performance of improved cassava varieties in the humid forest zone of Nigeria. Journal of Farming Systems Research-Extension 3(2), 83 - 95.
5. Nweke F.I., Dixon A.G.O., Asiedu R. & Folayan S.A., 1994. Cassava varietal needs of farmers and potential for production growth in Africa. COSCA Working Paper No. 10, Collaborative Study of Cassava in Africa, International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, 239 p.
6. Tshibaka T.B., 1987. Food crop production in the Zairian basin: empirical evidence and policy issues. International Food Policy Research Institute, Washington, DC, 125 p.
7. Tshiunza M., 1996. Agricultural intensification and labor needs in the cassava-producing zones of sub-Saharan Africa, Ph.D. dissertation, Katholieke Universiteit Leuven, 159 p.
8. Tshiunza M., Nweke F.I. & Tollens E., 1997. Cassava field-to-home transportation labor needs. African Journal of Root and Tuber Crops 3(1), 43-45.



M. Tsiunza, Zairian, Dr. in Applied Biological Sciences of K.U.L.
F.I. Nweke, Nigerian, Project Leader of the Collaborative Study of Cassava, based at the International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.
E.F. Tollens, Belgian, Professor at the Department of Agri Economics at the Katholieke Universiteit Leuven, in Belgium.

TROPICULTURA, 1998-99, **16-17**, 4, 197-200

# Enquête sérologique sur quelques maladies aviaires dans la région du Nord Guéra (Tchad)

A. Maho[1], L.Y. Mopaté[2], B. Kebkiba[3] & G. Boulbaye[3]

Key words : Investigation – Serology – Chickens – Chad

## Résumé

*Une enquête sérologique portant sur cinq maladies aviaires a été effectuée dans trois sous-préfectures (Magalmé, Mongo, Bitkine) du Nord – Guéra, localités situées à 550 km au Nord de N'Djaména. Au total 278 poulets âgés de 12 à 24 mois ont été achetés dont 103 dans 5 villages de Mangalmé, 93 dans 5 de Mongo et 82 dans 8 de Bitkine. Les résultats sérologiques réalisés ont montré des taux d'infection faibles pour les maladies de Newcastle (7,33 %), de Gumboro (8.66 %) et la pullorose (8.73 %). Des taux élevés ont été obtenus avec la bronchite infectieuse (32 %) et l'infection à* Mycoplasma synoviae *(36,66 %). L'existence des 2, 3, et même 5 anti-corps différents trouvés chez certains oiseaux ont prouvé que, dans un poulailler peut sévir plusieurs infections.*

*Il a été remarqué que, la bronchite infectieuse sévit dans 83% de villages, la mycoplasmose à* Mycoplasmas synoviae *72% et la pullorose 55%.*

*Ces résultats montrent que, ces maladies souvent mal connues par les agents de terrain sont très répandues dans ces localités .*

*Ils permettent de conclure que toute amélioration de la production aviaire dans la région nécessite une bonne maîtrise de ces maladies par l'encadrement des agents de terrain et des aviculteurs sur la bonne conduite d'élevage avicole.*

## Summary

**Serological Investigation on Five Fowl Diseases in the North Region of Guera (CHAD)**

*A serological survey concerning five fowl diseases are carried out from three subprefectures (Mangalmé, Bitkine, Mongo) of the North Guera , localites situated at 550 km in the North of N'Djamena. A total of 270 chickens of approximatly 12 months old are bought which 103 around Mangalmé , 93 around Mongo and 82 around Bitkine. The results show low rate of infection for Newcastle disease (7.33%), Gumgoro disease (8.66% ) and* Salmmonella pullorum *infection (8.73%). Higher rates are found for infectious bronchitis (32%) and* Mycoplasma synoviae *infection (36.66%).*

*Different type (2,3 or 5) of anti-bodies are found sometimes in the same chicken showing that several infections circulate in the same hen house. As far as the are concerned, infectious bronchitis (83 %) and* Mycoplasma synoviae *infection (72 %) have very high rate followed by pullorosis (55 %). These results prove that these diseases sometimes unkown by field veterinary agents are widespread. Any improvement fowl production need a best control of the diseases by training field veterinary agents and poultryman on prevention poultry disease.*

## Introduction

Aujourd'hui, le nombre total de volailles dans le monde est considérable et excède de loin celui des petits ruminants, des porcins et des bovins. La contribution de la volaille à l'apport de protéine animale par habitant varie selon les régions (16). En Afrique, beaucoup de maladies aviaires sont présentes et perturbent la production. L'importation des souches de volaille performantes était à l'origine de l'apparition de nouvelles maladies comme la maladie de Gumboro. Cette dernière frappe surtout les jeunes poulets. Elle est peu connue par les éleveurs en Afrique car l'immunodépression qu'elle provoque déclenche d'autres maladies qui la masquent (11,15).

Les maladies sont l'un des facteurs qui conditionnent au plus haut degré la rentabilité de l'aviculture. Dans un élevage rentable une mortalité de 2 à 4 % est considérée comme normale. Cependant au-delà de ce taux, il y a lieu de s'inquiéter de toute urgence et d'en chercher immédiatement les causes pour y remédier au plus tôt. Au Tchad, l'aviculture reste à l'état traditionnel dans sa quasi totalité et représente une activité non négligeable. Elle occupe une place notable parmi les différentes spéculations dans l'élevage et mérite une attention particulière (9,14).

Actuellement l'approvisionnement en volailles de grandes villes est essentiellement assuré par des provinces comme le Nord – Guéra, située à 550 km de N'Djaména. La maladie de Newcastle est la principale, cause de mortalité de volaille signalée, dans cette région.

Afin, de connaître l'importance de cette maladie et bien d'autres, une enquête sérologique sur des maladies infectieuses a été menée dans trois sous – préfectures de ladite région : Mangalmé, Mongo et Bitkine. Elle a

Laboratoire de Recherches Vétérinaires et Zootechniques de Farcha, B.P : 433, tél. : 52 74 75 & 52.75.76, Fax. : (235) 52.74.76 & (235) 52.83 02 N'Djaména – Tchad
Reçu le 10.09.98 et accepté pour publication le 28.04.99.

concerné la maladie de Newcastle, la bronchite infectieuse, la pullorose, la maladie de Gumboro, et les mycoplasmoses. Cet article en présente les résultats.

## Matériel et méthodes

Au total 278 poulets non vaccinés ont été achetés dont 103 dans 5 villages de Mangalmé, 93 dans 5 villages de Mongo et 82 dans 8 villages de Bitkine.
Le poids, le sexe, l'âge et le marquage aux pattes ont été réalisés au moment de l'achat. Les poulets ont été mis dans les cases par villages et nourris pendant trois jours. Le 4ème jour, ils sont transférés par voie routière et libérés dans des poulaillers par sous/préfecture au laboratoire de Farcha.
Au 5ème jour, les prélèvements sanguins ont été réalisés sur tubes (venoject) à la veine alaire. Après 1 heure d'exposition à la température ambiante les caillots sont extraits et les sérums récoltés centrifugés à 300 t/mn pendant 5 mn puis congelés à –20°C pour usage ultérieur.
L'analyse sérologique a été faite selon deux techniques :
- Le test de seroagglutination rapide sur lame pour détecter des anticorps sériques dirigés contre *Salmonella pullorum*.
- Le kits ELISA IMMUNOCOM version 81294 en phase solide(trivalent pour la maladie de Newcastle(souche La Sota), la maladie de Gumboro (souche X-15) et la bronchite infectieuse(souche Massachusetts 41) et bivalent pour *Mycoplasma synoviae* et *Mycoplasma gallisepticum*) pour détecter ou titrer les anticorps sériques dirigés contre les germes correspondants.

Les tests IMMUNOCOMB utilisent une technique ELISA en phase solide. L'IMMUNOCOMB est basé sur l'utilisation d'une carte en matière plastique "COMB " qui est sensibilisée avec des antigènes viraux inactivés. Chaque " COMB " est sensibilisé avec les antigènes MG et MS. Pour les recherches à partir du sang, les gouttes de sang prélevé sur chaque poulet sont absorbées sur un disque de papier buvard. Chaque disque est élué dans une cellule de la " PLAQUE DE DEVELOPPEMENT " contenant le tampon de dilution des anticorps. En cas d'utilisation des sérums comme dans le cas du présent travail, les prélèvements sont dilués dans la même cellule contenant le tampon de dilution des anticorps. En suite le " COMB " est introduit directement dans les cellules contenant le tampon de dilution des anticorps.
S'ils sont présents dans les cellules contenant le tampon de dilution de anticorps, les anticorps spécifiques aux antigènes du " COMB " s'attacheront spécifiquement sur le " COMB ". Ensuite le " COMB " est transféré dans une solution contenant un conjugué anti-poulet qui se fixera sur les anticorps préalablement fixés sur le " COMB ". Enfin le " COMB "est finalement placé dans un compartiment contenant un chromogène spécifique de l'enzyme du conjugué.
La lecture se fait en comparant l'intensité de la coloration produite sur les spots antigène du " COMB " des échantillons avec celles des témoins positifs et négatifs.
Si un spot échantillon présente une coloration identique ou inférieure à celle du contrôle négatif, l'échantillon est noté zéro, ce qui correspond à l'absence d'anticorps détectables.
Si un spot échantillon présente une coloration supérieure ou inférieure à celle du témoin positif, une valeur S(variant de S1 à S6 ) est attribué à l'échantillon, et il est considéré comme positif ; c'est à dire qu'il présente des anticorps détectables
Tous ces kits sont livrés par le Laboratoire Service International rue de Gappas B. P.01 69210 SAVIGNY (France).

## Résultats

La mycoplasmose à *Mycoplasma synoviae*, la bronchite infectieuse ont des prévalences élevées dans les trois sous/préfectures. Celles de la maladie de Newcastle, maladie de Gumboro ,la pullorose et la mycoplasmose à *Mycoplama gallinarum* sont faibles. Les prévalences globales de la maladie de Newcastle et Gumboro sont voisines (Tableau I).

Toutes ces maladies sont assez répandues dans les villages. Elles ont été dépistées, au moins dans un village sur deux. Les plus répandues sont la bronchite infectieuse et les mycoplasmoses surtout la mycoplasmose à *Mycoplasma synoviae* (Tableau II).

Les prévalences sont plus élevées à l'échelle des villages et atteignent 100% pour la bronchite infectieuse et dépassent 100% pour les deux mycoplasmoses associées. Globalement, chacune de cinq maladies est détectée dans plus de 45 % des villages.
(Tableau II).

**Tableau I**
**Prévalence de cinq maladies dans les différentes localités**

| | Mangalmé | | | Mongo | | | Bitkine | | | Total | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pathologie | Nb séru testés | Nb séru positifs | % | Nb séru testés | Nb séru positifs | % | Nb séru testés | Nb séru positifs | % | séru | positifs | % (PG) |
| Newcastle | 50 | 2 | 4 | 50 | 1 | 2 | 50 | 8 | 16 | 150 | 11 | 7,33 |
| Gumboro | 50 | 2 | 4 | 50 | 3 | 6 | 50 | 8 | 16 | 150 | 13 | 8,66 |
| Bron.I | 50 | 20 | 40 | 50 | 8 | 16 | 50 | 20 | 40 | 150 | 48 | 32 |
| Pulloro | 76 | 7 | 9,2 | 70 | 6 | 8,57 | 60 | 5 | 8,33 | 206 | 18 | 8,73 |
| Myco.Ms | 40 | 13 | 32,5 | 40 | 12 | 30 | 40 | 19 | 47,5 | 120 | 42 | 36,66 |
| Myco.Mg | 40 | 3 | 7,5 | 40 | 8 | 20 | 40 | 6 | 15 | 120 | 17 | 14,16 |

Nb=nombre ; séru= sérum ;PG= pourcentage global

**Tableau II :**
**Répartition des cinq infections selon les villages enquêtés**

| | Mangalmé | | | Mongo | | | Bitkine | | | Total | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Pathologie | Nb village échant | Nb villages positifs | % | Nb village échant | Nb villages positifs | % | Nb village échant | Nb villages positifs | % | villages | posi-tifs | % |
| Newcastle | 5 | 2 | 40 | 5 | 1 | 20 | 8 | 6 | 75 | 18 | 9 | 50 |
| Gumboro | 5 | 2 | 40 | 5 | 2 | 40 | 8 | 4 | 50 | 18 | 8 | 44,44 |
| Bron.I | 5 | 5 | 100 | 5 | 3 | 60 | 8 | 7 | 87,5 | 18 | 15 | 83,33 |
| Pulloro | 5 | 4 | 80 | 5 | 3 | 60 | 8 | 3 | 37,5 | 18 | 10 | 55,55 |
| Myco.Ms | 5 | 4 | 80 | 5 | 3 | 60 | 8 | 6 | 75 | 18 | 13 | 72,22 |
| Myco.Mg | 5 | 2 | 20 | 5 | 3 | 60 | 8 | 3 | 7,5 | 18 | 8 | 44,44 |

Bron I =bronchite infectieuse ; Myco.Ms =*Mycoplasma synoviae* ;Myco.Mg= *Mycoplasma gallinarum.*=: pulloro=pullorose

Deux et même cinq anticorps différents ont été trouvés chez des poulets de même poulailler.
Ce qui témoignent de l'association des infections dans les poulaillers (Tableau III).

**Tableau III**
**Coexistence des infections.**

| Double Infection | | Triple Infection | | Quintuple Infection | |
|---|---|---|---|---|---|
| Infection | Nombre | Incfection | Nombre | Infection | Nombre |
| GMs | 1 | G.B.Ms | 3 | GNBMsMg | 1 |
| N.B | 6 | B.Ms.Mg | 4 | | |
| N.Ms | 1 | G.N.B | 1 | | |
| B.Ms | 9 | | | | |
| Ms.Mg | 7 | | | | |

N=anticorps Newcastle ; G= anticorps anti-Gumboro ;
B = anticorps anti -bronchite infectieuse ; P = anticorps anti-pullorose ; Ms =anticorps - Ms ; Mg=anticorps anti-Mg

## Discussion

Les prévalences de la maladie de Newcastle et de Gumboro sont faibles mais plus élevées à échelle des villages. Elles sont présentes dans 50 % des villages. Cela explique leur importance et peut probablement justifier les plaintes des agents de terrain. Bien que la maladie de Gumboro ne soit pas signalée, les résultats ont montré qu'elle circule dans la région.
Les prévalences des mycoplasmoses et de la bronchites infectieuses sont élevées. Ces maladies sévissent dans plus de 60 % des villages. Le *Mycoplasma synoviae* est l'agent le plus répandu.
La pullerose a été dépistée aussi dans plus de 50 % des villages mais le nombre d'oiseaux infectés est faible.

Les résultats obtenus pour la maladie de Newcastle, de Gumboro et de la pullorose diffèrent de ceux trouvés au Sénégal, au Niger et au Togo (1,5,6) . Par contre, ceux de la bronchite infectieuse et des Mycoplasmoses se rapprochent de ceux trouvés au Sénégal, au Maroc et en Tunisie(1, 2,3). Toutefois en Tunisie, c'est la prévalence de l'infection à *Mycoplasma gallisepticum* qui est plus élevée.

Ces maladies très répandues dans les villages sont sans doute les causes de pertes de volailles dont se plaignent les aviculteurs et les agents de terrains.

La présence de plusieurs anticorps différents trouvés parfois sur un même oiseau montre les associations des infections dans les poulaillers.
Des observations similaires sont faites aussi ailleurs (2,10,13, 17).

Une infection provoque moins de pertes dans une population de poulets que plusieurs infections . En effet, il est montré que l'infection à *Mycoplasma gallisepticum* baisse significativement le poids des oiseaux atteints. Cependant, l'apparition de la bronchite infectieuse ou de la maladie de Newcastle au sein d'une telle population infectée provoque une mortalité plus élevée (7,8).

Bien que la pasteurellose, la variole aviaire et la maladie de Newcastle soient des maladies connues en Afrique, pour lesquelles les prophylaxies médicales sont appliquées, des attentions particulières doivent être portées aussi sur d'autres maladies dont les effets sur la production ne sont pas négligeables (4).
Toute amélioration de la production des volailles villageoises passe par une maîtrise de ces pathologies et par la mise en place d'un bon programme d'encadrement et de suivi sanitaire (4,12).

## Conclusion

La maladie de Newcastle ne pourrait être la seule responsable des mortalités aviaires au Nord –Guéra comme le signalent les agents de terrain. Il existe d'autres mal connues, comme la maladie de Gumboro, la bronchite infectieuse et les mycoplasmoses qui contribueraient directement ou indirectement à la perte des volailles dans la région. Toute amélioration de l'aviculture dans cette région doit tenir compte de l'existence de ces maladies mal connues.

## Remerciement

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont permis de réaliser ce travail en particulier le projet PSANG pour le financement de déplacement et l'achat des oiseaux, le projet PMDER pour l'achat des kits, Mr Djimtoloum Nadjisara, et tous les autres collègues de terrain ou de Laboratoire qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la finalisation de ce travail.

# Références bibliographiques

1/ Arbelot B., J.F. Payon. D. Mamis, J.C. Gueye & F.Samb. Tall, 1997. — " Enquête sur la prévalence sérologique des principales pathologies aviaires au Sénégal : Mycoplasmoses, pullorose, typhose, maladie de Newcastle. de Gumboro et bronchite infectieuse ", Revue Elev. Méd .Vét. Pays Trop., Vol. **50**, n° 3 : pp. 197-203.

2/ Asraoui N., 1985. — Essai d'isolement simultané des mycoplasmes aviaires et du virus de la maladie de Newcastle chez la volaille (Thèse de Doctorat Vétérinaire). Rabat, IAV Hassan II, 62 p.

3/ Boussetta M., N. haouachi & B. Mlik, 1997. — " Etude sérologique et bactériologique des Mycoplasmes aviaires dans la région du Cap Bon en Tunisie ", Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., vol. **50**, n° 2 : pp. 93-96.

4/ Chabeuf N., 1990. — " Contrôle des maladies dans un village de petits aviculteurs en Afrique ", Wageningen , CTA : pp. 129-137

5/ Courtecuisse C., F. Japiot, N. Bloch & I. Diallo , 1990. — " Enquête sérologique sur les maladies de Newcastle et gumboro, la pasteurellose et la pullorose chez les poules de race locale au Niger ", Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop., vol. **43**, n° 1 : pp. 27-29.

6/ Grunder G., M. Schmidt & K. Djabakou, 1988. — " Sérologie de la maladie de Newcastle et de la salmonellose *(S. gallinarum-pullorum)* chez les volailles de petites exploitations au Togo ". Revue Elev. Méd. .Vét. Pays Top., vol. **41**, n° 4 : pp. 327-328.

7/ Harry W., Jr. Yoder, N. Liston, Dury & R.H. Stuart , 1977. — " Influence of environnement on airsacculitis : effet of relative humidity and air temperature on broilers infected with mycoplasma synoviae and infectious bronchitis ", Avian diease, vol. **21**, n° 2 : pp. 195-208.

8/ Heishman J.O.. N.O. Olson & C.J. Cunninghan, 1969. — " Transmission of Mycoplasma gallisepticum, Newcastle disease, infectious bronchitis and combination in a three phase broiler house ", Avian disease, vol. **XIII**, n° 1 : pp. 1-6.

9/ Institut de l'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 1978. — Situation actuelle et possibilités de Développement de l'aviculture en République du Tchad (rapport), Paris, Ministère de la coopération française, 133 p.

10/ Isao Nonomura & Shiznosato, .1975. — " Infuence of Mycoplasma gallisepticum with multiplication of Newcatle diseases virus in chicken ", Avian Diseases, vol. **19**, n° 3 : pp. 603-607.

11/ Lamorelle C., 1993. — " Elevage en régions chaudes ", Afrique Agriculture, n° 204 : pp.16-28.

12/ Maho A., 1997. — " Cas de coccidiose caecale chez des pondeuses après diverses manipulations ", Revue Elev. Méd. .Vét. Pays Trop., vol. **50**, n° 1 : pp. 37-39.

13/ Malik B.S., & KC. Verma, 1969. — " Coexistence of antibodies against chronic respiratory disease infectous laryngotracheitis and infectious bronchitis on poultry farms of uttar pradesh, andhra pradesh and Madras ", Avian Disease, vol. **XIII**, n° 4, : pp. 695-699.

14/ Oriol A., 1987. — Elevage rentable des poulets de rapport (Guide Pratique), Paris, Vecchi SA, 199 p.

15/ Petit F., 1991. — Manuel d'aviculture en Afrique, Paris Rhone - Mérieux, 74 p.

16/ Smith A.J., 1992. — L'élevage de la volaille, Paris, Agence de la coopération culturelle et technique, 183 p.

17/ Villegas P., S.H. Fleven & D.P. Anderson, 1975. — " Effet of route of Newcastle disease vaccination on the incidence of airsacculitis in chicken infected with mycoplasma synoviae ", Avian Diseases, vol. **20**, n° 2 : pp. 395-400.

A. Maho, Tchadien, Vétérinaire, Chef de Service en Bactériologie
L.Y. Mopaté, Tchadien, DSS, Chef de Service d'Epidémiologie
B. Kebkiba, Tchadien, PHD, Directeur de Laboratoire de Farcha
G. Boulbaye, Tchadien. Agent technique, Service de bactériologie

# Production et écoulement du lait en région d'agriculture pluviale au Maroc

M.T. Sraïri* & H. Medkouri**

Keywords: Dairy cooperatives - Smallholders - Dairy herd - Management - Rainfed agriculture - Morocco


## Résumé

*L'étude du fonctionnement de huit centres de collecte du lait localisés en zone d'agriculture pluviale au Maroc, dans la région de Tiflet, a montré que ces structures jouent un simple rôle d'intermédiaires entre éleveurs et unités industrielles laitières. Leur mode de gestion s'oppose à la promotion de l'activité laitière et justifie les reculs périodiques de la collecte. Par ailleurs, l'organisation de la production laitière dans les exploitations agricoles révèle une grande variation des décisions techniques des éleveurs. Celles-ci sont fortement conditionnées par les caractéristiques structurelles de leurs exploitations, dont les plus significatives sont la superficie agricole utile (SAU), la taille du troupeau bovin ou la part des superficies fourragères dans l'assolement. Il s'est ainsi avéré que ce sont les plus petits propriétaires fonciers (SAU < 10 ha) qui se sont le plus investis dans la production laitière, tandis que les grands propriétaires (SAU > 50 ha) accordent plus d'intérêt aux bovins allaitants et aux ovins.*

## Summary

***Dairy Production and Marketing in a Rainfed Agricultural Region of Morocco***

*The study of the management of eight milk collecting centers located in Tiflet, a rainfed agricultural zone of Morocco, showed that those institutions only play an intermediary role in the dairy sector, even if they are supposed to assume a more important function. Their organisation disallows them to promote dairy production and justifies frequent stagnations of milk deliveries to those centers. From another point of view, a large variation in the technical management of dairy herds was noticed. This was explained by the effects of structural parameters (agricultural area, number of dairy cows, ...) and by weak possibilities to cultivate forages for the cows. It was obvious that smallholders (agricultural area < 10 ha) had a greater concern with dairy activity, as a different trend was observed on big farms (agricultural area > 50 ha), where sheep and suckling cows were given priority.*


## Introduction

Longtemps laissées pour compte par les politiques de développement agricole au Maroc, les régions d'agriculture pluviale connaissent un regain d'intérêt de la part des pouvoirs publics (2). Ainsi, les investissements y ont été encouragés, en vue d'atténuer des disparités régionales flagrantes. Leur finalité principale est de procurer les leviers financiers nécessaires à la relance de la croissance économique, notamment par la valorisation d'avantages naturels et humains déjà existants (11). La région de Tiflet, au nord-est du Maroc (Figure 1), correspond parfaitement à ces nouvelles orientations de l'aide au développement agricole, car elle présente de nombreux atouts retenant l'attention des investisseurs: proximité des marchés urbains de Rabat, de Kénitra et de Meknès-Fès, aléas climatiques moins prononcés que dans d'autres zones (précipitations annuelles moyennes de 500 mm répartis sur 55 jours), spéculation foncière encore timide,... Tout ceci explique la dynamique actuelle d'installation de projets agricoles dans la région, où un surplus d'investissements devrait améliorer les performances actuelles du secteur agricole.

Dans cette optique, il y a lieu de s'interroger sur la viabilité du secteur de l'élevage bovin laitier dans la zone

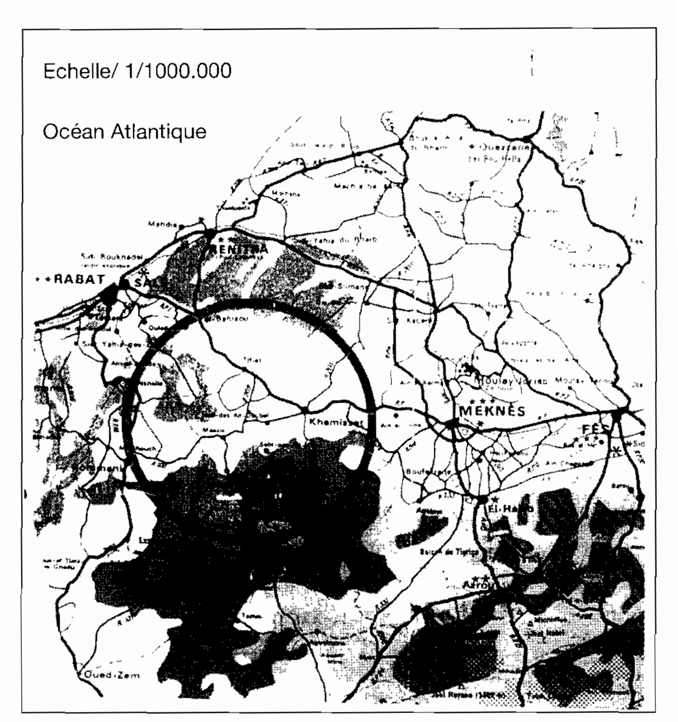



Figure 1 - Situation de la zone d'étude

* Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat, 10101, Maroc.
** Centrale Laitière, 83 rue Emir Abdelkader, Casablanca, Maroc.
Reçu le 21.04.98 et accepté pour publication le 22.07.98.

de Tiflet, sachant que la production laitière au Maroc a toujours été cantonnée dans les seules régions irriguées (10). Or, il est connu qu'une filière aussi longue que la filière laitière représente un réel moyen de développement des zones rurales non irriguées (10,6), pour peu que soient réunies les conditions nécessaires à la production et à la transformation du lait (7,8). L'analyse de filière constitue dès lors un outil puissant pour dresser un diagnostic des activités en cours (5). Le présent travail vise à présenter les indicateurs majeurs caractérisant la production et la collecte du lait chez des adhérents de centres de collecte coopératifs dans la région de Tiflet. Ces structures assurent dans cette zone, en l'absence de toute infrastructure industrielle locale de transformation du lait, un rôle de relais indispensable pour acheminer le lait aux usines laitières sises à Rabat et surtout à Casablanca (distantes respectivement de 70 et 160 km). Elles permettent donc de sécuriser l'écoulement de la production dans le marché national, surtout dans un contexte où la consommation locale est faible, eu égard à l'étroitesse des pouvoirs d'achat. En aval, cette étude se propose d'analyser les modes de commercialisation du lait par les éleveurs et de décrire l'organisation des centres de collecte coopératifs. En amont, il s'agira de caractériser le patrimoine foncier et animal des exploitations laitières pour clarifier les options techniques retenues par les différentes catégories d'éleveurs.

## Matériel et méthodes

Avec près de 20 centres de collecte du lait implantés depuis 1975 dans le cercle administratif de Tiflet, cette zone est celle qui est la mieux lotie en centres de collecte de lait dans les régions d'agriculture pluviale au Maroc. Dans le cadre de ce travail, 8 centres de collecte de lait ont été retenus. Les centres ont été choisis en fonction de leur situation géographique, de manière à avoir un centre dans chacune des 8 communes rurales constituant le cercle de Tiflet. Dans les communes où plus d'un centre est fonctionnel, le plus actif (volume de lait collecté) et disposant des registres d'informations les mieux tenus a été sélectionné. Tous les centres ont fait l'objet de visites répétées en vue d'appréhender leur organisation (conseil d'administration, activités quotidiennes,...) et leurs répercussions sur l'activité de production laitière dans la région. Par ailleurs, l'évolution mensuelle des quantités de lait réceptionnées en 1996 a été mesurée. Ces centres de collecte ont aussi servi de base à la sélection de fermes laitières y adhérant, où une évaluation des modes de production de lait a été conduite.

Au total, 70 exploitations ont été choisies de manière à disposer d'un échantillon représentatif des différentes catégories d'éleveurs. Un questionnaire détaillant les aspects de structure des fermes retenues (superficie totale exploitée, assolements, taille du troupeau bovin, structure génétique du cheptel bovin, part des bovins dans les espèces animales totales possédées,...) et d'organisation de la conduite de l'atelier laitier (reproduction, alimentation, traite, main-d'œuvre,...) leur a été soumis. Les résultats obtenus à l'issue de ces enquêtes ont été dépouillés et soumis à des méthodes statistiques de corrélation (13) pour déterminer les facteurs influençant significativement les tendances de l'élevage laitier en zone pluviale.

## Résultats et Discussion

### Organisation et fonctionnement des centres de collecte

Tous les centres de collecte sont gérés par un conseil d'administration dont la fréquence de réunion est très variable. Cinq des huit centres de collecte étudiés ne tiennent pas la réunion mensuelle prévue par le règlement, notamment en raison des différends entre leurs adhérents. Ces retards portent atteinte au développement des centres en diminuant l'intérêt que leur portent les éleveurs (9). Mais cela ne signifie pas que ces centres de collecte sont paralysés. Leur gestion est alors assurée exclusivement par le président et le trésorier. Ces fonctions sont les plus convoitées, car elles octroient à leur titulaires un prestige certain (1). Néanmoins, il peut arriver que certains coopérateurs s'opposent à cet état de fait et créent alors un nouveau centre de collecte. Généralement ces entités dissidentes sont les plus dynamiques et s'empressent d'appliquer les règlements en vue d'attirer un maximum de livreurs (1,9).

Le lait livré au centre de collecte par chaque éleveur subit un premier contrôle de la densité pour détecter d'éventuels mouillages ou écrémages. Ce contrôle ne peut être réalisé systématiquement pour tous les éleveurs car ces derniers affluent au centre de collecte au même moment (14). Si le lait n'est pas fraudé, il est soumis systématiquement au contrôle de l'acidité. La mesure de la quantité de lait livrée est toujours approximative, par défaut. Elle profite donc au centre de collecte, aux détriments des éleveurs. Le cumul annuel de ces excédents peut atteindre des volumes importants et constitue la principale source de financement des centres de collecte (9). Le camion-citerne de l'usine laitière récupère le lait quotidiennement. Le chauffeur procède au contrôle de l'acidité et du mouillage pour l'ensemble des cuves, avant de mesurer le volume de lait collecté. Il prélève aussi un échantillon de chaque bac destiné au laboratoire de l'usine en vue du paiement du lait à la qualité (taux butyreux uniquement). Le centre est payé chaque quinzaine. A ce niveau, plusieurs problèmes se posent. Par exemple, le camionneur est souvent accusé, à tort ou à raison, de diminuer les quantités réelles de lait livrées. Il tient aussi à sa merci le centre de collecte en période d'excédents de production, puisqu'en jouant sur l'ordre de son passage, il peut refuser du lait en arguant de la saturation de sa citerne (9). Dans cette situation, le lait peut être totalement perdu, car les centres de collecte s'avouent impuissants à s'assurer de la qualité de leur lait (1). Ils ne peuvent donc pas contester les décisions des industriels, relatives aux pénalités pour les taux butyreux inférieurs à 35 g par kg de lait, en l'absence d'une interprofession veillant aux intérêts de tous (14).

Un facteur important de la production laitière est son caractère saisonnier très prononcé, nettement lié aux caractéristiques climatiques. Ceci permet de distinguer deux périodes institutionnalisées par les pouvoirs publics:

**Tableau 1**
**Evolution de la saisonnalité* de la collecte au niveau des centres étudiés**

| Centre n°<br>Année | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1992 | 32,1 | 29,6 | 31,2 | 25,2 | 36,3 | (-) | (-) | 37,3 | 31,95 |
| 1993 | 41,3 | 42,6 | 42,2 | 39,0 | 35,1 | (-) | (-) | 42,9 | 40,54 |
| 1994 | 33,5 | 32,2 | 29,4 | 33,2 | 33,1 | 38,3 | 37,2 | 30,1 | 33.37 |
| 1995 | 35,4 | 36,2 | 31,6 | 38,8 | 37,2 | 39,5 | 37,9 | 36,6 | 36,65 |
| 1996 | 40,2 | 39,2 | 39,7 | 40,8 | 38,1 | 42,4 | 39,2 | 43,0 | 40,33 |

* Ratio exprimé en % entre le volume de lait collecté en basse lactation et le volume collecté pendant toute une année
(-): Données non disponibles

- une période de haute lactation qui dure du 15 février au 15 août, caractérisée par une relative abondance fourragère; au cours de cette période, le prix du litre de lait chute à 2,62 dirhams marocains. C'est une période où des excédents de production sont fréquents (10);
- une période de basse lactation, à faible production, qui dure du 15 août au 15 février et où le prix du litre augmente de 20% pour se stabiliser à 3,18 dirhams marocains.

La saisonnalité de la production peut être évaluée moyennant la détermination de la part de la production en basse lactation par rapport à la production annuelle totale. Pour ce faire, il suffit de calculer le ratio suivant:

$$S = \frac{\text{Volume de lait collecté durant la basse lactation}}{\text{Collecte totale}} \times 100$$

Dans le tableau 1, les ratios de saisonnalité de la production au niveau des huit centres de collecte étudiés sont consignés pour les années 1992 à 1996. Il apparaît que le paramètre de saisonnalité à évolué à la hausse, de 31,9 à 40,3%. Cela veut dire que l'effet de la saisonnalité tend à s'estomper. Les éleveurs veulent ainsi profiter du meilleur prix du lait en basse lactation, moyennant les compléments alimentaires, tels les sous-produits agro-industriels (6,10).

Pour l'année 1996, les courbes retraçant les livraisons mensuelles de lait aux huit centres de collecte ont été dressées (Figure 2). Il existe deux principaux types de courbe, différenciés par l'amplitude de la variation entre la période de pic de livraison et la période de livraison minimale. Les courbes des centres de collecte numéro 4 (Wahda II), 5 (Aït Malek), et 6 (Karam) sont les plus régulières. Elles sont caractérisées par des pics étalés sur cinq à huit mois et présentent une faible amplitude de variation (la collecte la plus basse, correspondant aux mois de décembre et janvier, représente au moins 60% de la plus haute, enregistrée généralement en avril et mai). En revanche, la variation est nettement plus importante au niveau des centres de collecte numéro 1 (El Wahiaouia), 2 (El Farah), 3 (Aïn Johra), 7 (Annor) et 8 (Sidi Abderrazak), où la production drainée au mois d'avril est deux à trois fois plus élevée que celle obtenue en décembre.

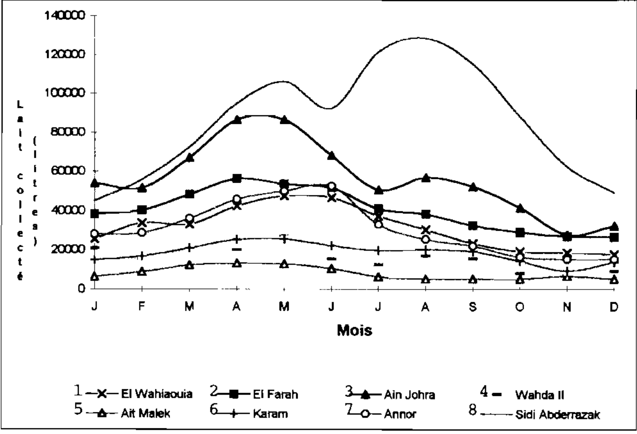


Figure 2 - Evolution mensuelle de la collecte pendant l'année 1996

Une chute de collecte est enregistrée à partir du mois de décembre. Elle est plus prononcée pour les centres de collecte localisés dans les périmètres urbains, (centre numéro 3 d'Aïn Johra et centre numéro 4 d'El Wahda II situés respectivement à 2 km du centre de Tiflet, et à 4 km du bourg de Sidi Allal Bahraoui). Elle est due au mois sacré du Ramadan, au cours duquel les prix offerts par les consommateurs directs (4 à 4.5 Dhs par kg de lait en fonction de sa disponibilité sur le marché) sont nettement supérieurs à ceux payés par les centres de collecte, et qui sont alors de 3.18 Dhs (14). En effet, au cours de ce mois, il est courant que la demande en lait connaisse un accroissement notable, en raison de l'image nutritionnelle de marque dont jouit ce produit auprès des jeûneurs (7). Ceci induit un afflux de lait vert le circuit informel de commercialisation qui contribue à amplifier davantage la chute de la quantité totale collectée par les centres (8). Cette tendance à contourner la livraison du lait aux centres, même si elle est antagoniste avec leurs règlements internes, montre que les éleveurs sont conscients que la politique actuelle des prix du lait à la production n'est plus ouvertement en leur faveur (2,6).

### Caractérisation des modes de production dans les exploitations laitières

La surface agricole utile (SAU) moyenne des exploitations laitières retenues lors de l'enquête est environ de 18,0 ha. L'échantillon des 70 unités présente cependant une large gamme de superficies. Nous avons arbitrairement classé les exploitations en 5 catégories, selon la SAU (Tableau 2). Il en ressort que les petites exploitations (moins de 10 ha) sont les plus nombreuses et exploitent le moins de surface, conformément aux observations d'Auriol (3).

L'occupation des sols est principalement dominée par les céréales (58,2% de la SAU) et à un degré moindre par les fourrages (12,2% de la SAU). Le reste est par-

**Tableau 2**
**Classes de SAU et part des fourrages dans l'occupation des sols**

| Classe de SAU | Exploitations Nombre | Exploitations en % | SAU exploitée (ha) Totale | SAU exploitée (ha) Moyenne | Part des fourrages Surface moyenne (ha) | Part des fourrages en % de SAU |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 à 5 ha | 20 | 28,7 | 74,5 | 3,7 | 0,85 | 23,0 |
| 5 à 10 ha | 16 | 22,8 | 129,5 | 8,1 | 1,42 | 17,5 |
| 10 à 20 ha | 14 | 20,0 | 208,0 | 14,8 | 2,60 | 17,6 |
| 20 à 50 ha | 15 | 21,4 | 478,3 | 31,9 | 3,80 | 11,9 |
| plus de 50 ha | 5 | 7,1 | 368,2 | 73,6 | 4,10 | 5,6 |
| **TOTAUX ou MOYENNES** | **70** | **100,0** | **1258,5** | **18,0** | **2,19** | **12,2** |

**Tableau 3**
**Contribution des différentes espèces d'herbivores aux UGB totales et taux d'amélioration génétique (TAG) des bovins selon les classes de SAU**

| UGB moyennes / Classe de SAU | Totaux | Bovins Nombre | Bovins en % | TAG bovins | Petits ruminants Nombre | Petits ruminants en % | Equidés Nombre | Equidés en % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 à 5 ha | 8,8 | 6,4 | 72,7 | 70 | 1,7 | 19,3 | 0,7 | 8,0 |
| 5 à 10 ha | 17,8 | 12,0 | 67,8 | 83 | 4,3 | 24,3 | 1,4 | 7,9 |
| 10 à 20 ha | 14,7 | 10,1 | 68,7 | 89 | 3,5 | 23,8 | 1,1 | 7,5 |
| 20 à 50 ha | 30,3 | 19,9 | 65,7 | 97 | 8,9 | 29,4 | 1,5 | 4,9 |
| plus de 50 ha | 68,4 | 42,9 | 62,7 | 100 | 22,8 | 33,3 | 2,7 | 4,0 |
| **MOYENNES** | **20,9** | **14,0** | **67,0** | **90** | **5,7** | **27,3** | **1,2** | **5,9** |

tagé entre la jachère (16,0%) le maraîchage (5,5%), les légumineuses (3,8%) et l'arboriculture (4,3%).
Le cheptel total (bovins, petits ruminants et équidés) exploité par les 70 exploitations est de 146 unités gros bétail (UGB) dont 66,8% sont constitués de bovins et 23,8% de petits ruminants (ovins principalement, seuls 15 caprins ayant été recensés). En moyenne, chaque unité dispose de 2 UGB. L'effectif des animaux et leur ventilation selon les bovins, les petits ruminants (ovins et caprins) et les équins connaissent cependant une grande variabilité en fonction de la superficie (Tableau 3). En effet, les fermes de moins de 10 ha possèdent en moyenne moins de 20 UGB, et les bovins y représentent plus de 72% de ces UGB. En revanche, les exploitations de plus de 50 ha ont en moyenne plus de 65 UGB et les bovins n'y représentent que 62,7% des UGB totales. L'analyse statistique sur les variables a permis de montrer que les potentialités d'alimentation du cheptel déterminent de manière significative ($P<0,001$) la taille du troupeau ($R = 0,85$). Par ailleurs, la contribution des petits ruminants (ovins principalement) aux UGB totales augmente significativement ($P<0,001$) avec l'accroissement de la SAU, au détriment de celle des bovins ($R = 0,77$). Ceci montre que la production laitière reste surtout la préoccupation des petits éleveurs qui disposent de 1 à 5 vaches élevées sur de petites superficies (6). Cette constatation est aussi conforme à la tendance d'une plus grande part de la SAU destinée aux cultures fourragères sur les petites exploitations, car celles-ci visent ainsi à garantir un volant de “sécurité fourragère” pour leur vaches (Tableau 2).
Concernant la structure génétique du cheptel bovin, elle a été appréciée par le taux d'amélioration génétique (TAG), calculé par le ratio suivant (10):

$$TAG = \frac{\text{(Vaches de génotype laitier pur + vaches croisées)}}{\text{Vaches totales}}$$

Les résultats viennent infirmer les conclusions précédentes liées à la taille du cheptel bovin (Tableau 3). Il est en effet paradoxal de voir les éleveurs aux grandes disponibilités foncières diminuer leur intérêt pour les bovins, tout en persistant à investir dans des vaches améliorées ($R = 0,89$). Ceci vise peut-être la réaffirmation de leur niveau social par le choix de races prestigieuses, plutôt que de chercher réellement à valoriser leurs capacités (2,11,14).

Le calendrier alimentaire du cheptel bovin montre l'existence de deux types de ressources fourragères, généralement consommées en continu sur toute l'année:
- les aliments produits sur l'exploitation qui consistent en pailles et chaumes, fourrages secs (avoine principalement) et herbe des jachères, lors des années à pluviométrie favorable. La paille, aliment stratégique, peut aussi être achetée (9). Les fourrages irrigués sont absents, et seule l'orge en déprimage est consommée en vert, pour favoriser son tallage.
- les aliments concentrés soit sous forme simple, telle que la pulpe de betterave et le son de blé, soit sous forme d'aliments composés (6), dont l'usage s'affirme depuis les campagnes de sauvegarde du cheptel organisées par l'Etat en année de sécheresse.

Le bilan fourrager montre que les aliments concentrés restent à la base de la production laitière, les résidus de la céréaliculture étant plus considérés comme un appoint d'entretien (9). Les fourrages occupent ainsi dans ce type de système de production une place mineure, car l'exiguïté des surfaces conjuguée à l'improbabilité des rendements rendent ces productions très aléatoires (12). Les performances de production laitière identifiées sont faibles et surtout très fluctuantes au cours de l'année. L'effet de la race est très visible puisque les vaches de race Pie-Noire pure atteignent des pics de lactation de 25 kg par jour, tandis que les

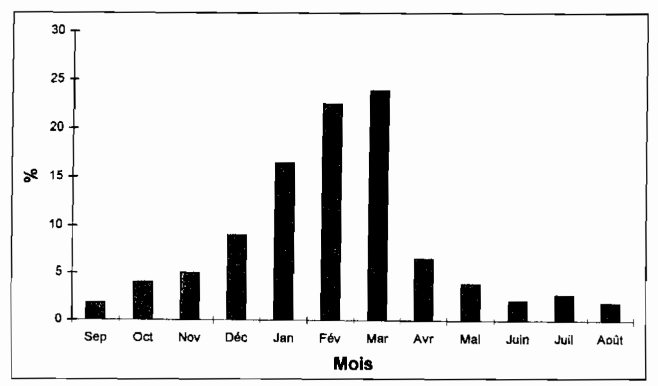



Figure 3 - Répartition des vêlages au cours de l'année

croisées affichent des maxima de 15 kg par jour. Ces niveaux sont sensiblement les mêmes que ceux retrouvés dans d'autres régions du pays (1,10,14) et inférieurs aux potentialités des vaches (11). La fluctuation de la production est fortement liée à l'étalement des vêlages, avec plus de 50% des vêlages en hiver, de janvier à mars (Figure 3), ce qui induit ultérieurement une forte saisonnalité de la collecte du lait. La reproduction est exclusivement assurée par la saillie naturelle, car il n'existe pas de circuit d'insémination artificielle. Or, les taureaux présents dans les exploitations ne sont pas des géniteurs de qualité certifiée. Il s'agit souvent de taurillons à l'engraissement que les éleveurs utilisent accessoirement comme géniteurs. D'ailleurs, certains éleveurs ayant saisi l'impact des périodes d'abondance fourragère (Mars à Mai) sur le comportement sexuel des vaches n'hésitent pas à acquérir un géniteur uniquement pendant cette période.

## Conclusion

Les certres de collecte du lait sont des maillons essentiels de la filière laitière car ils mettent à la portée des éleveurs la possibilité d'écouler leur lait, dans la région de Tiflet, dépourvue de toute infrastructure industrielle locale de transformation du lait. Pourtant, en dépit de ce rôle important, ils y connaissent une érosion de leur vitalité. Ceci apparaît à travers les absences fréquentes de leurs adhérents aux réunions, leur faible pouvoir de négociation, en tant que producteurs laitiers, par rapport à l'aval dont ils ne peuvent contester les pénalités; ils sont à la fois juge et partie dans l'évaluation de la qualité du lait. Par ailleurs, l'analyse des modes d'exploitation des troupeaux bovins et des assolements a montré que ce sont les fermes de petite taille (moins de 10 ha) qui se sont le plus résolument investies dans la production laitière. Ceci est dû à leur plus forte tendance à pratiquer des cultures fourragères et à favoriser les effectifs de bovins par rapport aux petits ruminants. En revanche, dans les grandes exploitations, en dépit d'un plus fort taux d'amélioration génétique des bovins, ce sont les ovins qui dominent les effectifs, en raison des avantages de gestion qu'ils présentent surtout dans les fermes détenues par des propriétaires absentéistes. Néanmoins, malgré cette dualité structurelle entre petites et grandes exploitations, les performances de production sont en deçà des potentiels des vaches. Elles se caractérisent par leur forte saisonnalité, déterminée par la concentration des vêlages de janvier à mars. Ces tendances impliquent une fragilité du système de production laitière en zone pluviale, puisqu'il se retrouve otage des aléas climatiques et des intermédiaires impliqués dans la commercialisation du lait. De plus, les conditions techniques sous-jacentes à la production laitière (faiblesse des disponibilités fourragères, recours anarchique aux concentrés, rareté des géniteurs, absence de conseil zootechnique), chez toutes les catégories de producteurs, sont autant de contraintes qu'il importe de résoudre, notamment par la constitution d'entités d'encadrement des éleveurs. Ces dernières pourraient se greffer sur le cadre juridique des centres de collecte déjà existants, pour être à proximité des éleveurs et pour gagner rapidement leur confiance. Sinon, en l'absence de ces actions, les espoirs de génération de revenus sur lesquels reposent les investissements actuels dans le domaine de l'élevage bovin laitier seraient compromis, à moins que les éleveurs ne s'organisent de leurs propres initiatives.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les responsables des centres de collecte de lait du cercle administratif de Tiflet, qui leur ont permis de consulter leurs archives et les ont aidés dans le choix d'un échantillon représentatif d'exploitations laitières. Une mention spéciale est aussi réservée aux différents éleveurs qui ont accepté de répondre sans aucune réserve aux nombreuses questions.

## Références bibliographiques

1. Abouennajah A., 1996. Rôle des coopératives dans le développement du monde rural: cas du secteur laitier. Mémoire de cycle de formation: Economie spatiale et planification. Université d'Aix-Marseille III, France, p.79.
2. Akesbi N., 1996. La politique d'ajustement structurel dans l'agriculture au Maroc: risques et périls du désengagement de l'Etat. pp 71-87 in M. Elloumi (Editor), Politiques agricoles et stratégies paysannes au Maghreb et en Méditerranée occidentale, INRA Tunisie, p.172.
3. Auriol P., 1989. Situation laitière dans les pays du Maghreb et du Sud-Est de la Méditerranée. Options Méditerranéennes. **6**: 51-72.
4. Bellinguez A., 1994. Etude de l'impact des projets sur les systèmes de production laitiers périurbains à Bamako, Mali. Thèse d'ingénieur du Centre National d'Etudes Agricoles des Régions Chaudes (CNEARC), Montpellier, France. p.154.
5. Bencharif A., Chaulet C., Chehat F., Kaci M., Sahli Z., 1996. La filière blé en Algérie: le blé, la semoule et le pain. Editions Karthala, Paris, p.238.
6. Bourbouze A., Chouchen A., Eddebbarh A., Pluvinage J., Yakhlef H., 1989. Analyse comparée de l'effet des politiques laitières sur les structures de production et de collecte dans les pays du Maghreb. Options Méditerranéennes. **6**: 247-258.
7. De Boer J., 1981. Socio economic aspects of dairying in developing countries. J. Dairy Sci. **64**, 2453-2462.
8. De Jong R., 1996. Dairy stock development and milk production with smallholders. Doctoral Thesis, Wageningen Institute of Animal Sciences, The Netherlands. p.216.
9. Eddebbarh A., 1978. Les centres de collecte du lait. Bilan national et étude comparée du fonctionnement. Thèse d'ingénieur zootechnicien. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat, Maroc, p.121

10. Guessous F., 1991. Production fourragère et systèmes animaux. Actes Editions. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. p. 125.

11 Ørskov E.R., 1993. Reality in rural development aid with emphasis on livestock, éd. Rowett Research Services Ltd, Aberdeen, p.88.

12. Pluvinage J., 1992. L'association de l'élevage à l'agriculture en zone sèche méditerranéenne. Situation archaïque ou combinaison performante. Séminaire ANPA-FEZ-CIHEAM: Elevage en systèmes de production céréalière méditerranéens, Rabat, Maroc. Publication n°49 de la FEZ pp. 213-218.

13. SAS, 1988. SAS User's Guide: Statistics, version 6.03. Edition 1988.

14. Sraïri M.T., 1997. Production et commercialisation du lait dans un système oasien: cas du périmètre irrigué du Tafilalet. L'Espace Vétérinaire (Maroc). **12**, 5-11.

M.T. Sraïri, Marocain, Ingénieur zootechnicien, Maître assistant au Département des Productions Animales, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202, Rabat, 10101 Maroc.
H. Medkouri, Marocain, Ingénieur zootechnicien, Centrale laitière, 83 rue Emir Abdelkader, Casblanca.

TROPICULTURA, 1998-99, 16-17, 4, 207-211

NOTES TECHNIQUES

TECHNISCHE NOTA'S

TECHNICAL NOTES

NOTAS TÉCNICAS

# Production et coûts des semences utilisées pour l'amélioration des jachères et des aménagements antiérosifs : "Le cas des zones de savane du Nord Cameroun"

P. Dugué*

Key-words: Management of land - Legumes - Grasses - Improved crop fallow - Seeds production - Seeds cost - North Cameroon


## Resumé

*L'entretien de la fertilité des sols cultivés au Nord Cameroun passe par la vulgarisation des techniques de lutte contre l'érosion hydrique et de la jachère améliorée à base de légumineuses. Ces innovations nécessitent de mettre à disposition des paysans des semences de légumineuses* (Calopogonium mucunoïdes, Stylosanthes hamata, Mucuna pruriens, Cajanus cajan) *et de graminées pérennes* (Panicum maximum, Andropogon gayanus, Cenchrus ciliaris). *Des travaux menés en station ont permis d'une part, de mettre au point des techniques de production de semences transférables en milieu paysan et d'autre part, d'évaluer les coûts de production des semences de légumineuses. Selon les espèces le prix de revient de ces semences varie de 250 à 1160 fr CFA/kg. Vu ces prix, il est envisageable dans un premier temps, de diffuser les semences de ces différentes espèces. La diffusion de ce matériel végétal dépend d'abord de l'intérêt que les paysans portent aux techniques de restauration de sols qui leur sont proposées. S'ils adoptent ces innovations, ils pourront facilement produire les semences dont ils auront besoin après avoir été formés aux techniques de production mises au point par la recherche.*

## Summary

*Seeds Production for Fallow and Anti-Erosion Management : "The Case of the Savannah Areas in North Cameroon"*

*The maintenance of cultivated soils' fertility in North Cameroon relies on the extension of the techniques of water erosion control and improved legume crop fallows. These innovations require that seeds must become available to farmers. These seeds are legume seeds* (Calopogonium mucunoïdes, Stylosanthes hamata, Mucuna pruriens, Cajans cajan) *or perennial grasses* (Panicum maximum, Andropogon gayanus, Cenchrus ciliaris)*. On station research has developed the techniques of seeds production which can be introduced in the farmer's environment on the one hand, and on the other hand can be used to evaluate the cost of legumes seeds production. Depending on the species, the total price of seeds production varies from 250 to 1160 FCFA/kg (0,5 U$ to 2 U$/kg). Based on these prices, it seems possible in the first step to diffuse these seeds varieties. The diffusion of the vegetal material depends firstly on the interest that farmers attach to techniques of soil restauration which are proposed to them. If they adopt these innovations, they can easily produce seeds that they need after been trained to the techniques developed by research.*


## Le contexte

La pluviométrie annuelle de la province du Nord (Cameroun)(figure 1) varie de 900 mm à 1200 mm du nord au sud et permet de conduire dans de bonnes conditions les 4 cultures principales de la région : maïs (*Zea mays*), cotonnier (*Gossypium hirsutum*), sorgho (*Sorghum bicolor*) et arachide (*Arachis hypogaea*). La densité de population de cette province est faible (19 habitants/km$^2$) mais son taux de croissance est élevé (+ 6% par an), du fait de l'installation de paysans migrants venant de la province de l'Extrême Nord du Cameroun. Actuellement, autour de Garoua, les paysans rencontrent d'importants problèmes de dégradation des terres : baisse générale de la fertilité chimique et extension des réseaux de ravines dans les parcelles cultivées.

Le projet de développement DPGT (Développement Paysannal et Gestion de Terroir) intervient sur l'ensemble de la zone cotonnière du Cameroun. Il apporte son appui aux associations de producteurs qui souhaitent faire face à ces problèmes de dégradation des

*CIRAD-TERA BP 5035 34032 Montpellier Cedex 1, France
Reçu le 23.10.96 et accepté pour publication le 16.02.98.

**Tableau 1 : Les légumineuses retenues pour l'amélioration des jachères**

| ESPECES | Techniques de mise en place | Besoins en semences | pérennité de la jachère améliorée les années suivantes |
|---|---|---|---|
| *Stylosanthes hamata* | - semis associé au maïs, 35 à 40 jours après le maïs - ou en culture pure et semis en ligne | 10 kg/ha (semences vêtues)* | par ressemis naturel et résistance de certains pieds en saison sèche |
| *Calopogonium mucunoïdes* | | 6 à 8 kg/ha | par ressemis naturel |
| *Mucuna pruriens* | - en culture pure, semis en ligne | 24 kg/ha | ressemis naturels sont possibles dans les parcelles protégées |
| *Crotalaria ochroleuca* | - en culture, semis à la volée | 16 kg/ha | culture annuelle, pas de ressemis |
| *Cajanus cajan* | - en culture pure - ou associé au maïs | 15 kg/ha | culture pluriannuelle, pas de ressemis |

* semences comprenant l'enveloppe externe ou semences non décortiquées.

sols. L'IRAD (Institut de Recherche Agricole pour le Développement) a été sollicité pour apporter un conseil technique et fournir le matériel végétal nécessaire au programme d'aménagement et de gestion des sols cultivés. Ce programme comporte deux grands volets : la vulgarisation de techniques visant à limiter la baisse de fertilité des sols (fumure organique, jachère améliorée de courte durée) et l'appui aux populations pour la réalisation d'aménagements antiérosifs basés sur des bandes enherbées en courbes de niveau.

## Les végetaux retenus et les besoins en semences

Diverses légumineuses fixatrices d'azote ont été retenues pour les jachères améliorées de courte durée suite aux travaux menés au Nord Cameroun, en station (2,4) et en milieu paysan (1) (tableau 1).

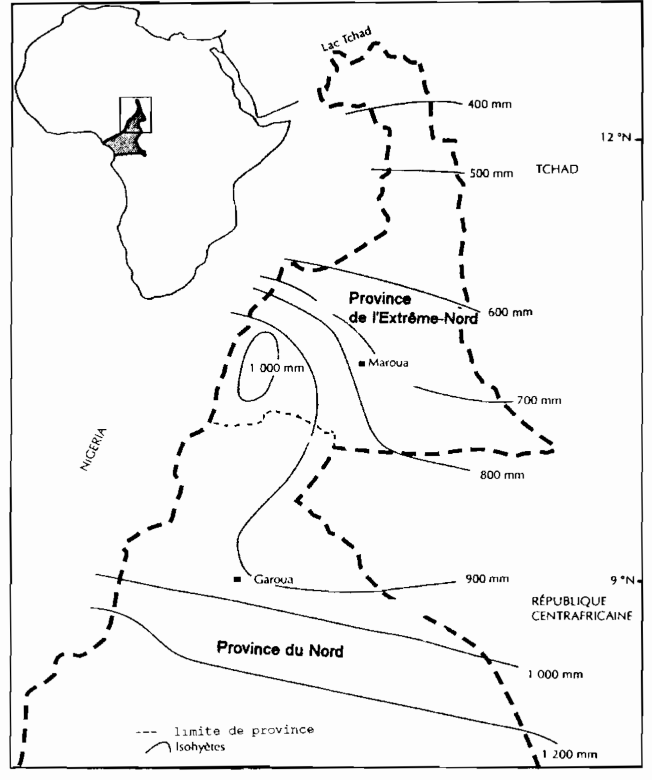



Figure 1 Situation de la Province du Nord au Cameroun (3)

Pour améliorer l'efficacité des aménagements antiérosifs, des graminées pérennes ont été retenues pour délimiter les bandes enherbées, fixer les cordons pierreux et les berges des mares, et stabiliser les ravines (tableau 2).

Seul le vétiver n'a pas fait l'objet d'essais de multiplication par semis. Pour les autres espèces (*Andropogon gayanus, Panicum maximum et Cenchrus ciliaris*), les techniques de semis direct ou de semis en pépinière sont bien maîtrisées.

Toutes les espèces (graminées et légumineuses) ont été introduites au Nord Cameroun par la recherche sauf *Vetiver nigritiana et Andropogon gayanus* que l'on trouve naturellement dans cette région. Pour ces graminées endogènes les paysans peuvent s'approvisionner en plants à partir des peuplements naturels (s'il en existe dans leur village). Toutes les semences utilisées actuellement dans les opérations de développement proviennent du Nord Cameroun, soit des stations de recherche, soit des aménagements villageois et des parcelles de jachère améliorée des villageois. Dans ce cas, les projets de développement achètent les semences aux paysans en fonction de leur besoin. Le transport des touffes de graminées pérennes sur de longues distances est coûteux et détériore la qualité des plants. Pour introduire ces graminées dans un village on recommande de passer par une phase de semis en pépinière.

**Tableau 2 :**
**Les végétaux retenus pour lutte contre l'érosion hydrique**

| ESPECES | Techniques de mise en place | besoins en semences |
|---|---|---|
| *Panicum* * *maximum* | - repiquage des plants à partir de touffes déjà en place ou de plants issus de pépinière ; | 3 à 5 g par mètre linéaire |
| *Cenchrus* * *ciliaris* | - semis direct le long des parcelles si peu de ruissellement (pente < 1%) | |
| *Andropogon* * *gayanus* | | |
| *Vetiver* * *nigritiana* | repiquage de plants à partir de touffes venant de sites naturels | semis direct non expérimenté |
| *Cajanus* ** *cajan* | semis direct (sans passer par une pépinière) | 5 à 8 g par mètre linéaire |

* graminée ** légumineuse

## Les techniques de production de semences transférables en milieu paysan

L'évaluation des innovations prévulgarisées (jachères améliorées, végétalisation des aménagements) est actuellement en cours dans quelques villages de la Province du Nord. Mais avant d'entreprendre une large diffusion de ces innovations, il est important de savoir si les paysans de cette région sont capables de produire les semences et les plants des espèces présentées ci-dessus.

### Les légumineuses à grosses graines

Le *Mucuna pruriens* et le *Cajanus cajan* (pois d'angole) sont deux légumineuses à grosses graines dont la production de semences ne pose pas de problèmes. En culture pure, les rendements en graines pour ces deux espèces dépassent couramment 700 kg/ha et peuvent atteindre 1 500 kg/ha si l'on apporte une fumure minérale (par exemple 100 kg/ha d'engrais ternaire 15-20-15). Les besoins en semences d'un paysan sont généralement modestes: quelques dizaines de kilo de mucuna pour mettre en place une jachère améliorée et seulement quelques kilogrammes de pois d'angole pour délimiter ses bandes antiérosives. Le paysan peut donc facilement produire ses propres semences si les troupeaux du village ne font pas de dégâts dans les parcelles semencières en début de saison sèche, période de maturation des graines.

La production de graines de mucuna est favorisée par la mise en place de tuteurs (branches d'arbres) ce qui limite le pourrissement des gousses. Le rendement en graines de pois d'angole peut être fortement limité par des dégâts d'insectes sur les fleurs et les gousses en formation. Le niveau de ces attaques est très variable d'une année à l'autre et même à l'échelle d'une région.

### Les légumineuses à petites graines

Les besoins en semences pour implanter une légumineuse à petites graines (*Stylosanthes hamata, Calopogonium mucunoïdes, Crotalaria ochroleuca*) sont généralement inférieurs à 10 kg/ha. Selon les conditions de culture (fertilité du sol, pluviométrie,...) le rendement en semences de ces légumineuses varie de 200 à 600 kg/ha. Le paysan prélèvera sur ses parcelles fourragères ou de jachère améliorée, les semences dont il a besoin l'année suivante en veillant d'une part à ne pas détruire le mulch qui couvre le sol et d'autre part, à laisser un stock de semences suffisant au sol pour assurer la repousse des légumineuses.

La récolte des semences de crotalaire est très facile dans la mesure où les gousses sont peu déhiscentes à maturité et non consommées par les troupeaux. La récolte peut être ainsi différée à une période où le paysan dispose de temps (en janvier, voire en février). Le rendement en graines dépend de la densité de la culture et de l'importance des dégâts occasionnés par les insectes foreurs des gousses, il dépasse rarement 400 kg/ha.

La production de semences de *Stylosanthes hamata* et de *Calopogonium mucunoïdes* est beaucoup plus délicate. D'une part, il faut désherber les parcelles afin de faciliter la récolte et de limiter le taux d'impuretés. D'autre part, la récolte des semences demande beaucoup de travail à une période où les paysans sont occupés à ramasser le coton. Pour ces deux légumineuses les rendements d'une culture pure bien entretenue varie de 300 à 600 kg/ha.

Une technique de récolte des semences de *Stylosanthes hamata* peu coûteuse en travail, a été testée avec succès en station et en milieu paysan. Lorsque la plante porte une grande quantité de semences à maturité, celles-ci sont recueillies dans de larges plateaux en plastique tenus d'une main tandis que l'autre main tape les plantes sur le plateau. Le mélange de semences et de folioles est mis ensuite à sécher au soleil, puis un battage/vannage permet de récupérer les semences. Il s'agit de semences vêtues c'est-à-dire comprenant l'enveloppe entourant la graine. Cette technique a l'avantage de maintenir la végétation en place, ce qui est recherché dans le cas des jachères améliorées. Une seule personne peut récolter par jour 2 à 3 kg de semences vêtues avec un investissement en matériel de l'ordre de 2000 FCFA(soit 3,5 U$) comprenant des sacs et un plateau. Mais le rendement/récolte est plus faible qu'avec les techniques habituelles de fauchage de la plante ou de récolte mécanisée (environ 300 kg/ha contre 600 kg/ha).

Le *Calopogonium mucunoïdes* a une maturité étalée dans le temps. De plus, ses gousses sont rapidement déhiscentes. La récolte manuelle des gousses de petite taille demande beaucoup de temps et des passages réguliers dans la parcelle. En station expérimentale et avec de la main-d'oeuvre salariée, on peut ainsi obtenir des rendements élevés allant jusqu'à 800 kg/ha. Les paysans par contre ont beaucoup de difficultés à réaliser ce type de récolte. La technique qui leur est proposée consiste à couper les plantes lorsqu'une bonne proportion des gousses est presque à maturité, puis à les faire sécher au soleil. La coupe et la récolte du *Calopogonium* sont assez rapides mais peu de paysans disposent du matériel adéquat pour faire sécher les plantes : bâche ou aire de séchage. Après deux semaines, les gousses arrivées à maturité ont toutes éclaté, les semences sont récupérées par simple balayage et vannées. Avec cette technique peu coûteuse en travail, la quantité de semences récoltée est faible (300 à 350 kg/ha) et le taux de graines immatures de couleur verte est élevé.

### Les graminées pérennes

La récolte manuelle des semences d'*Andropogon gayanus* et de *Cenchrus ciliaris* est facile car les inflorescences restent sur les plantes pendant une quinzaine de jours après maturité. Par contre, les graines de *Panicum maximum* tombent à terre dès maturité et il n'est pas possible de les ramasser. Une technique simple consiste à recouvrir les inflorescences d'une ou plusieurs touffes avec un sac en propylène. Les semences tomberont dans le sac. Pour éviter le pourrissement des semences, il faut procéder à l'ensachage après la fin de la saison pluvieuse. Avec une trentaine de pieds de *Panicum*, le paysan peut récolter la semence dont il aura besoin l'année suivante (une centaine de grammes qui seront semés en pépinière).

Pour toutes ces espèces, la production et la récolte

des semences sont donc réalisables par les paysans s'ils disposent d'un minimum de matériel que l'on trouve facilement sur les marchés (sac, bâche, plateau,...).

## Les coûts de production des semences

### Les coûts de production en parcelle expérimentale

Le calcul des coûts de production des semences des graminées n'a pas été possible du fait des faibles quantités récoltées en 1995. Le prix de revient des semences des légumineuses a été calculé à partir d'observations réalisées en station en 1995. Il comprend d'une part les charges de culture y compris les intrants et d'autre part, les frais de récolte et de préparation des semences avant stockage. Les charges de culture ont été évaluées à partir des tarifs des prestataires de service en vigueur dans la région de Garoua. Les frais de récolte ont été évalués en pesant les productions journalières et en enregistrant les temps de travail consacrés aux différentes opérations : récolte au champ, séchage, transport, vannage et triage. A cela s'ajoutent les dépenses en matériel (sacherie, bâche, plateau, cuvette,...). La main-d'oeuvre salariée qui a réalisé les récoltes était rémunérée au coût horaire de 126 FCFA ou 0,2 U$.

Les légumineuses à grosses graines (mucuna et pois d'angole) dont le semis et l'entretien sont faciles, sont moins coûteuses à cultiver que les autres légumineuses (tableaux 3 et 4). Les frais de récolte par ha sont environ 3 fois plus élevés pour les légumineuses à petites graines qui nécessitent d'une part plus de temps pour la collecte au champ et pour le vannage/triage et d'autre part plus de matériel.

Le coût global de production peut être évalué par ha ou par kg de semences produites (tableau 5). Ce deuxième critère permet d'évaluer la valeur réelle des semences obtenues et d'estimer si elles sont commercialisables. Les semences de mucuna et de pois d'angole reviennent respectivement à 243 FCFA/kg (ou 0,42 U$/kg) et 358 fr/kg (ou 0,62 U$/kg). A ces prix les paysans peuvent facilement les acheter. Par contre les prix de revient des semences du *Stylosanthes* et du *Calopogonium* sont 4 à 5 fois plus élevés, ce qui limitera leur commercialisation.

Pour réduire les charges de travail pour la récolte, il est préférable de produire les semences de ces légumineuses sur une surface limitée tout en recherchant un rendement élevé. L'intensification de ces productions nécessite d'apporter une fertilisation minérale et de soigner les désherbages.

**Tableau 3 : Les charges de culture pour la production de semences de légumineuses**

| | *Mucuna pruriens* | *Cajanus cajan* | *Stylosanthes hamata* (semences vêtues) | *Calopogonium mucunoïdes* |
|---|---|---|---|---|
| **Semences** | | | | |
| kg/ha | *25* | *15* | *8* | *6* |
| prix du kg en FCFA * | *1000* | *1000* | *4000* | *5000* |
| FCFA/ha | 25000 | 15000 | 32000 | 30000 |
| **Fertilisation** | | | | |
| 100 kg/ha NPK en FCFA/ha | 22000 | 22000 | 22000 | 22000 |
| **Opérations culturales FCFA/ha **** | | | | |
| Labour | 24000 | 24000 | 24000 | 24000 |
| Semis | 8000 | 8000 | 12000 | 10000 |
| 1° sarclage | 10000 | 10000 | 12000 | 12000 |
| 2° sarclage | - | 10000 | 12000 | 12000 |
| Tuteurage | 10000 | - | - | - |
| Arrachage herbes | - | - | 8000 | 8000 |
| **TOTAL AVANT RECOLTE en FCFA/ha** | **99000** | **89000** | **122000** | **120000** |
| **en U$/ha ***** | **170** | **153** | **210** | **203** |

* prix des semences vendues par les stations de recherche
** ces coûts correspondent aux prix des prestations pour la réalisation de ces différentes opérations (amortissement et fourniture du matériel compris)
*** 100 FCFA = 1 FF = 0,172 U$

**Tableau 4 : Frais de récolte des semences de légumineuses**

| | *Mucuna pruriens* | *Cajanus cajan* | *Stylosanthes hamata* | *Calopogonium mucunoïdes* |
|---|---|---|---|---|
| - surface observée | 0,25 ha | 0,20 ha | 0,45 ha | 0,17 ha |
| - rendement kg/ha | 800 | 600 | 466 | 400 |
| **Coût par opération en FCFA/Kg** | | | | |
| - récolte au champs | 55 | 165 | 525 | 401 |
| - vannage, triage,.. | 55 | 35 | 185 | 160 |
| - matériel | 10 | 10 | 28 | 300 |
| **Total en FCFA/kg** | **120** | **210** | **738** | **861** |
| **en U$/kg*** | **0,2** | **0,36** | **1,25** | **1,5** |
| **Coût en FCFA/ha** | **96000** | **126000** | **343908** | **344400** |
| **en U$/ha** | **165** | **217** | **593** | **594** |

* 100 FCFA = 1 FF = 0,172 U$

**Tableau 5 : Prix de revient des semences de légumineuses sur les parcelles observées (1° année de culture)**

| | *Mucuna pruriens* | *Cajanus cajan* | *Stylosanthes hamata* | *Calopogonium mucunoïdes* |
|---|---|---|---|---|
| Rendement observé kg/ha | 800 | 600 | 466 | 400 |
| Frais de culture (avant récolte) FCFA/ha | 99 000 | 89 000 | 122 000 | 120 000 |
| Frais de récolte FCFA/ha | 96 000 | 126 000 | 343 908 | 344 400 |
| **Total en FCFA/ha** | **195000** | **215000** | **465908** | **464400** |
| **en U$/ha **** | **336** | **370** | **803** | **801** |
| **Prix de revient d'un kg de semence** | | | | |
| en FCFA | 243 | 358 | 999 | 1161 |
| en U$ | 0,42 | 0,62 | 1,72 | 2 |

* semences vêtues
** 100 FCFA = 1 FF = 0,172 U$

### Les essais de récolte de semences de légumineuses en milieu paysan

Afin de diffuser plus largement ces légumineuses, il a été possible d'acheter des semences à quelques paysans ayant réalisé des jachères améliorées et des

lignes de pois d'angole. Comme en station, la récolte du mucuna, du pois d'angole et de la crotalaire a été facilement réalisée par les paysans. La récolte de *Stylosanthes* et de *Calopogonium* est beaucoup plus délicate et peut s'avérer impossible si des adventices comme *Pennisetum pedicellatum* se développent au-dessus des légumineuses.

Ces productions peuvent constituer une source de revenu intéressante si elles trouvent des preneurs. Une famille de 3 personnes peut récolter en 5 heures 4 kg de semences de *Stylosanthes hamata* achetés à 1500 FCFA/kg (ou 2,6 U$/kg), soit un revenu de 400 fr/heure (ou 0,75 U$/heure) bien supérieur à celui observé en milieu rural (100 à 150 fr/heure ou 0,2 à 0,25 U$/heure).

## Diffusion des espèces et évaluation des besoins en semences et plants

### Diffusion du matériel végétal proposé

Les résultats obtenus en station et en milieu paysan au Nord Cameroun montrent que les semences de légumineuses et de graminées pérennes (pour les espèces retenues ici) peuvent être produites directement par les utilisateurs. Avec de la main-d'oeuvre salariée le prix de revient des semences de légumineuses varie entre 240 et 1160 FCFA/kg (soit 0,4 U$ et 2 U$/kg) selon les espèces. En milieu paysan et en ayant recours systématiquement au sarclage mécanique en traction animale, il est possible de réduire ces prix, mais pour cela il faut que les rendements se maintiennent au même niveau. Dans bien des cas le paysan aura des difficultés à trouver la fumure minérale pour ce type de production.

Pour les espèces pluriannuelles (*Cajanus cajan*) ou qui se ressèment naturellement (*Stylosanthes hamata, Calopogonium mucunoïdes et Mucuna pruriens)* les frais de production seront plus faibles en deuxième année. Les charges de culture se limitent à un simple arrachage des mauvaises herbes et à un apport d'engrais mais les frais de récolte restent les mêmes. A rendement équivalent, le prix de revient des semences en deuxième année sera inférieur à celui des semences récoltées la 1° année.

Un paysan qui souhaite introduire dans son assolement une parcelle de jachère améliorée doit d'une part trouver un fournisseur de semences dans sa région et d'autre part avoir les moyens financiers pour les acheter. La jachère améliorée, les cultures fourragères, les engrais verts ne se développeront que si ces innovations sont techniquement et économiquement performantes et si le prix des semences n'est pas prohibitif. A raison de 8 kg/ha de graines de *Stylosanthes hamata*, l'investissement en semences se monte à 32 000 Fr/ha (ou 56 U$/ha) si le paysan doit les acheter à 4 000 F/kg (7 U$/kg), tarif en vigueur dans les stations de recherche. Dans ce cas, il n'est pas envisageable de diffuser cette légumineuse qui reste secondaire pour le paysan par rapport à ses cultures vivrières. Un prix compris entre 1000 et 1500 FCFA (1,8 U$ et 2,6 U$) par kg de semences pourrait être acceptable pour les paysans soit une charge de 8 000 à 12 000 FCFA/ha (4 U$ à 21 U$/ha).
Pour faciliter l'acquisition de ces semences, les projets de développement peuvent les subventionner ou mieux, organiser un système de crédit avec remboursement en nature. Mais il faut rechercher très rapidement l'autonomisation des paysans qui doivent produire eux mêmes les semences de légumineuses et de graminées dont ils ont besoin.

### Evaluation des besoins en semences et en plants.

Depuis une trentaine d'années les structures de développement tentent de vulgariser le *Stylosanthes hamata* comme culture fourragère. Mais cette légumineuse reste toujours cantonnée aux stations de recherche et les éleveurs qui l'utilisent régulièrement sont en nombre très limité.

Cet exemple montre que l'adoption d'une espèce par les paysans n'implique pas seulement de commercialiser des semences à un prix raisonnable. Elle nécessite que le matériel végétal proposé réponde à un réel problème des producteurs. Les structures de développement doivent donc poursuivre leurs efforts concernant la vulgarisation des techniques visant une amélioration de la fertilité des sols, une meilleure alimentation des troupeaux et une réduction de l'érosion hydrique. Le développement de ces innovations s'accompagnera de la production des semences et des plants nécessaires à leur mise en oeuvre. Après formation, les paysans produiront eux-mêmes les semences dont ils auront besoin. Parallèlement, la recherche doit poursuivre la mise au point de techniques de production de semences les moins onéreuses tout en recherchant de nouvelles espèces utiles à ces programmes.

## Références bibliographiques


1. Dugué P., 1995. Utilisation des légumineuses en vue d'améliorer les productions vivrières et fourragères et d'entretenir la fertilité des sols. Doc. multigr., IRA Projet Garoua II, 63 p.
2. Klein H., 1994. Introduction des légumineuses dans la rotation céréale cotonnier au Nord-Cameroun . gestion et utilisation. Maisons-Alfort, CIRAD-EMVT. Projet Garoua. 184 p.
3. Roupsard M., 1987. Nord Cameroun : ouverture et développement. Thèse de l'Université Paris X-Nanterre, France, 512 p.
4. Onana J., 1994. Quatre années d'essais sur les espèces fourragères exotiques en zone soudanienne du Cameroun (1984-1987). Rapport technique N°2, section agrostologie, SRZV Garoua, 5p.


P. Dugué, Français, Dr. Ing. en Agronomie de l'ENSA, Montpellier (France)

# Minilivestock in Argentina. Integration with Agricultural Production

N.R. Biasatti*, E.P. Spiaggi*, Liliana Marc* & R.J. Di Masso**

Keywords: Minilivestock - Coypu - Earthworms - Agroecology - Integrated Agricultural production

## Summary

*The development of alternative agricultural production can take different forms. In Argentina there is an important diversity of species available to be incorporated into production systems, giving support for the use of natural resources based on taking advantage of the regional fauna. Moreover the use of different animal species can be incorporated under the concept of the optimization of flows of energy and materials, tending to minimize the environmental impact of livestock production, and also to make more efficient use of the ingredients required for developing the activity. The integration of non-traditional species (minilivestock) within the context of sustainable agricultural development was the motivation for the present study. A module for raising* Myocastor coypus *(coypu or false nutria) was developed, to which was linked a module for raising* Eisenia foetida *(the so-called red worm), in both cases with a dual purpose. Preliminary estimates were made of the productive aspects of both species, as well as an analysis of their integration, to understand the extent to which diversification linked with complementation tends to optimize the system.*

## Resumen

**Especies no tradicionales en Argentina. Su integración a la prducción agrícola.**

*El desarrollo de alternativas de producción agropecuaria puede tener distintas formas de abordaje. En Argentina se dispone de una importante diversidad de especies susceptibles de ser incorporades a los sistemas productivos, dando impulso al uso de los recursos naturales basado en el aprovechamiento de la fauna regional. Además de la utilización de las distintas especies animales puede incorporarse el concepto de optimización de los flujos energéticos y materiales, tendiendo a minimizar el impacto ambiental de las producciones pecuarias y a aumentar la eficiencia en el uso de los insumos requeridos para el desarrollo de las actividades productivas. Con el objetivo de integrar especies no tradicionales a la producción agropecuaria dentro del marco conceptual del desarrollo agropecuario sustentable, se implementó un módulo de cría de* Myocastor coypus *(falsa nutria o coypo), al que se integró un segundo módulo para la cría de* Eisenia foetida *(lombriz roja), ambos con doble propósito. Se presentan y discuten algunas evaluaciones preliminares referidas a aspectos productivos de ambas especies.*

## Introduction

Argentina is the most southern country of South America. It shows a wide variety of bioclimatic conditions ranging from the subtropical forests in the North of the country with poorly defined seasons and average precipitation of 2000 mm to the Patagonia, a tableland region constituting the Southern tip of the country with a cold and windy climate and a rainfall less than 200 mm a year. Santa Fe state is located in the Central East of the country, in the middle of the vast and humid grassy plain known as *Pampas*, with a temperate climate and annual average precipitation of 1200 mm. The Faculty of Veterinary Sciences, where this investigation was carried out, is located in Casilda City, in the South of the state, at 60 km from the Paraná River. This river is also the natural habitat of wild coypus (*Myocastor coypus*), a rodent which reaches an average adult weight of 6-7 kg and is found in family groups of one male with several females. The females have on an average 4 to 5 young per litter with up to 2 litters per year.

The captive breeding of *M. coypus* dates back to the beginning of this century in our country and from the 1930s in other parts of the world like Poland, Russia and the United Kingdom among others. This species has originated from our temperate climatic zone and has an aquatic habitat associated with rivers, creeks, and lagoons of the moist Pampas and the subtropics (9). Originally the production of this rodent was mainly to obtain fur, and this tendency continued and increased for several decades because of a strong global demand. Countries of Eastern Europe and the former USSR were active in the development and exploitation of this rodent. In recent years, however, with growing pressure from environmental groups against the use of animals for fur, and with market fluctuations depending on fashion trends, the market for furs and especially for coypu fur, has declined markedly and for this reason economic activity has diminished to levels that were difficult to afford. The market is growing again now, and

* Centro de Estudios Ambientales (CEAV)
** Cátedra de Genética y Biometría.
Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional de Rosario. Ovidio Lagos y Ruta 33. (2170) Casilda, Santa Fe. Argentina. (Email: ceav@unrove.edu.ar.)
- Organism that supported the research. The project is supported by the National University of Rosario.
Received on 30.09.97 and accepted for publication on 21.12.98.



**Photo 1** - *Myocastor coypus.* Variety obtained by breeders of a cooperative in Cordoba Province Argentina. Coypu variety "cagimo"

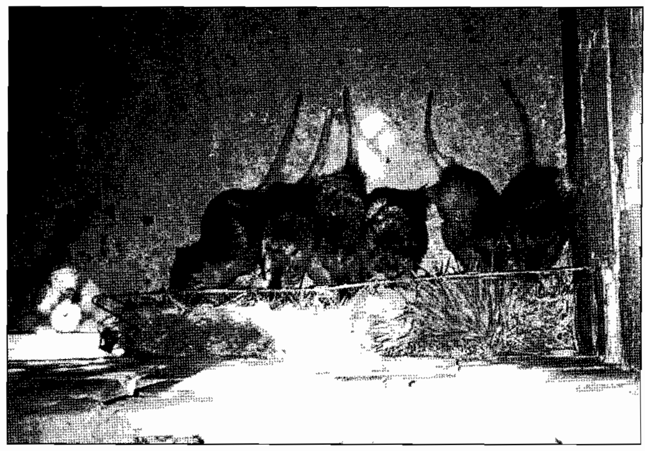


**Photo 2** - *Myocastor coypus.* At the research unit of the Veterinary Faculty - National University of Rosario. Wild variety.

in our case the CEAV (Centro de Estudios Ambientales de Veterinaria) has incorporated a new integrated farming of this rodent, especially with the potential of obtaining an animal with the dual purpose of meat and fur (14,15,17). The meat of this rodent is of very good quality and is well accepted by the people of various parts of the country (especially meat from farms).
Although the red earthworm (*Eisenia foetida*) is not a native to our country, it has been introduced to Argentina and is easily found in sites with abundant decomposing organic matter. This annelid is from the Eurasian family Lombricidae but its actual distribution is very wide and generally cosmopolitan (12). This earthworm lives in the superficial layer, and unlike many other common earthworms, does not form galleries in deep soil; according to the ecological classification of earthworms (3) it is a member of the group of epigeic forms. It does not exceed 6-7 cm in length but, although small, its capacity to survive and to transform organic matter, combined with its abilities for rapid growth and multiplication, make it a species particularly suited for the needs of agricultural production. It is also the most widely used species of annelid for earthworm production worldwide, an activity which is in full expansion in our region.
The rodent and the annelid species mentioned above were integrated in an experimental module to evaluate, among other factors, the relative abundance of each other for an adequate and complementary farming functioning. These studies set conditions for the design of integrated production systems, which can be easily adopted by the local producers. They also bring information which may be extrapolated to other species by calculating the amount of manure produced and the amount of earthworms necessary for its processing. As this approach must be designed within the bounds of economic reality and the ability to put it into practice, commercial tests were made at the local level to estimate the potential demand for meat and fur from the coypus and for humus produced by the worms. These studies take also into account the feasibility of future sales of live worms for the establishment of new modules, or as a protein source for commercial diets. The integration was made under the conceptual framework of sustainable agricultural development, working towards the implementation of systems sustainable in time from economic and environmental points of view. The very idea of using a valueless waste product (coypu manure) as the basic input for a productive activity (worms) is at the least an interesting approach to the theme. The operative focus used is based in concepts of Agroecology, understood as the science that unites understanding of ecosystems based in applied ecology with agricultural production (1).



**Photo 3** - Earthworms. *Eisenia foetida.*



**Photo 4** - A bed of earthworms at the research unit. Veterinary Faculty N.U.R. - The washe of coypus is processed and transformed in humus.

## Materials and methods

### COYPU

Two varieties, standard or wildtype from the local area, and Cognac, obtained from a producers' cooperative in Miramar, Province of Cordoba, Argentina, were used in this study. The installations have a total area of 50 $m^2$ consisting of 11 corrals with constructed roofs and cement floors. The animals were arranged in families of one male and 4 or 5 females. All animals were marked at birth and were weighed every two weeks to follow their food conversion efficiency and growth (14,15,17). They received no routine medication or vaccines. They were fed once per day with a cereal based diet (50% corn) with 16-17% crude protein and 7% fiber. This diet was supplemented with other products available at different times of the year (sunflower and soya byproducts, opting for the most economical) without varying the quality of the feed. The animals had access to runnning tap water provided through automatic drinkers. The total population of the unit was between 45 and 70 animals depending on the point in the harvest cycle.

### EARTHWORMS

*E. foetida* has been recorded in many zones and on many occasions (10,13) in Argentina, but never before in the Caseros Department of the Province of Santa Fe. Thus the first step was to explore possible environments in this zone where *E. foetida* could be found. During field studies in 1992 wild samples of this species were found at three sites not far from each other, each sharing the characteristics of having quantities of decomposing organic matter (2). Samples were sent to the Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales y Museo where they were identified as *Eisenia foetida*.

The above mentioned process was adopted a) to confirm the presence of *E. foetida* in the Caseros Department, b) to start a small scale colony with individuals not from commercial sources, and c) to undertake both biological and productive (vermiculture) evaluations which allows comparisons with data available from populations that has been introduced for commercial use.

A breeding colony of 8000 worms was formed under captive conditions with different types of food with manure of various domestic species (cow, horse, coypu, rabbit). This first stage allowed development of management techniques, including some recommended by the literature (6,7) as well as some alternatives developed by this Center. These new management techniques developed by our research group are based on periodic feeding of the worm beds without prematuration of the manure. Once the worms were adapted to the new captive conditions, the worm beds were conditioned with a density of about 100,000 individuals per $m^3$ of substrate in order to process in a controlled manner the manure from the coypu corrals (4). To start there were two beds of 1 m by 2 m each by 0,25 m deep with coypu manure previously aged for four months for subsequent trials. Once the population was established worms were fed by the periodic lateral incorporation of fresh (without aging) manure every 7 to 15 days depending on the time of year. Manure was offered in layers approximately 10 cm deep. When the substrate is depleted, the worms colonize the food, allowing the harvest of the humus they have abandoned (continuous system). Later the direction of feeding is inverted, with manure deposited on the opposite side, allowing a cyclical system. Humidity was maintained between 70 and 80% using artificial irrigation when precipitation was insufficient.

## Implementation of the module (integration phase)

The implementation of the integrated module (see Figure 1) was in the field, with conventional installations for the coypus (described above) and with the worms on the ground under open sky with a covering of plastic mesh (1 mm mesh size) and protected by a perimeter wire fence to impede access to predators. The manure produced by the coypus together with food remains and the bales used as bedding were accumulated in an area designated for storage, from which provision to each worm bed was controlled. The beds were watered weekly with tap water and periodically with water used to wash the coypu pens, which was collected and stored. Humus was collected periodically every 2 to 4 months depending on the time of the year and was kept in a storage area from which it was removed to be sifted and packaged in polypropylene bags of various sizes, according to its destination, for later commercialization.

## Results

**Coypu:** The subsystem functions with a group fo 12 to 15 reproductive females, 60% Standard and 40% Cognac. Females reach reproductive state at approximately 6 months with an average weight of 3.5 kg, while males are reproductive at an age of 7 or 8 months at a weight of about 4.5 kg. The gestation period lasts 129-132 days with an average of 4 or 5 animals per litter, allowing two litters per year. The young are born with a weight of 180-240 g and are weaned at 45 days with a weight of 800-1000 g. Slaughter is at 6-8 months (mean weight 4.5 kg). The total production is about 50 to 60 young per year, with 20% used to replenish the breeders and the rest for slaughter (yield of 2.5 to 3 kg of meat per animal at 6 months of age).

**Worms:** Based on the observed rates of population growth and individual growth for the conditions in this zone (16), the implementation of this production at the

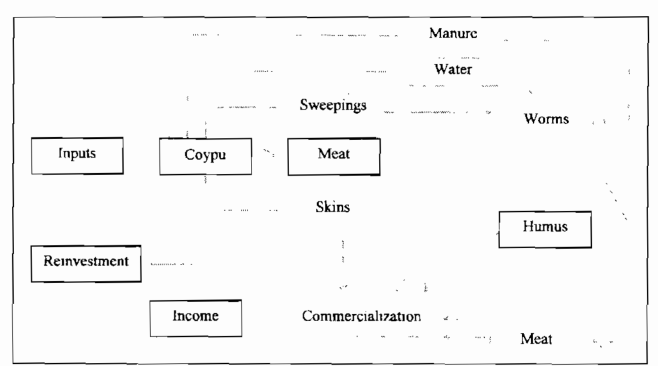



Figure 1 - Flows diagram in the integrated module

scale proposed represents the possibility of obtaining a yield of 875 kg of humus per year. On this basis the proposed module represents an expected growth of at least 6 to 1 per year, which allows sending humus and excess worms to the commercial circuit. However at this scale it would be recommendable to recycle this excedent within a wider production cycle with the incorporation of other variants such as gardens, chickens, pigs, etc., to optimize the system.

**Integrated module:** The integration was analyzed using the following proportions: 50 coypus, 1,460 kg of sweepings and worm beds of 1 $m^3$ with approximately 100,000 individuals each.
This model can be transferred to other species based on the estimation of the average quantity of manure produced per animal per day. Using coypu, the calculated quantity is approximately 55 g per animal per day, combined with wash water, which in turn has a certain quantity of bedding and lost food (0.851 g per day). All this produces a total of 4 kg of organic matter per day, which combined with 30% water can be processed by 10,000 worms in one bed of 1 m by 2 m each with an average density of 100,000 individuals per 1 $m^3$, which in turn produces 875 kg of humus per year (16).

## Discussion

The system described allows speculation about the integration of species to optimize the use of available resources, at small and medium scales, and above all when it is time to consider the incorporation of alternative species to traditional production (of larger scale), not substitutive but rather complementary.
The adoption of criteria to substitute unidirectional flows with closed cycles might be a superior alternative for the use of living resources.
The extension to other uses by way of the incorporation of other species, integrating further links or a cycle of inputs could be done with an infinite number of variants, and each of these should include some type of decomposer which in this case is *E. foetida*. Obviously the incorporation of primary producers, although not tried in this study, would reduce the economic cost and perhaps environmental impact of the proposal.
The incorporation of intensive production systems brings with it an increase in the number of animals per unit area, with the consequent increase in production of wastes (food remains, manure, used water, etc.). This situation increases the environmental impact and lost resources. Vermiculture has been shown to be an efficient tool for solving such problems, closing some cycles, avoiding the elimination of wastes, returning and maintaining soil fertility, and reducing the use of chemical fertilizers (5).
In agreement with the other authors (11,15), the most important ecosystemic value is the maintenance of the diversity. The incorporation of non-traditional species (minilivestock) into the traditional production system would contribute to the diversification of agricultural production.

## Acknowledgements

The authors are indebted with Dr. John Middleton, for his critical revision of the English version.

## Literature


1. Altieri , M., Agroecología. Bases científicas para una agricultura alternativa CETAL. Chile, 1995.
2. Biasatti, N.R., Spiaggy, E.P., Marc, L., Romano, M. & Adamich. C., Acerca de la presencia de *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) en el departamento Caseros. Provincia de Santa Fe. Argentina. Anales de la Sociedad de Biología de Rosario, 1995.
3. Bouche, M.B., Lombriciens de France. Ecologie et Systematique. Paris Inst. Natn. Rech. Agron. 671 pp. 1972.
4. Di Masso, R.J., Marc, L.B. & Biasatti, N.R., Earthworms (*Eisenia foetida* Savigny) growth in coypu and other animal faeces as nutritional substrata. Megadrilogica **6** (12): 105-109, 1997.
5. Edwards. C.A. & Neuhauser, E.F., Earthworms in waste and environmental management. SPB Academic Publishing. The Hague. The Netherlands, 1988.
6. Ferruzzi, C., Manual de Lombricultura. Mundi Prensa, Madrid, 1986.
7. Fuentes Yagüe, J.L., La crianza de la lombriz roja. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1987.
8. Griva, E. & GodoyJ.C., Actas del Primer Congreso de Producción Nutriera. CIUNR, Rosario, 1973.
9. Hardouin, J., Minilivestock from gathering to controlled production. Biodiversity and Conservation 4: 220-232, 1995.
10. Mischis, C., Las lombrices de tierra de la Provincia de Córdoba. Argentina. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Argentina. Tomo 59-3° y 4° Córdoba, 1991.
11. Pesci, R., Documentos de proyectación ambiental. Serie de Desarrollo Sostenible. CEPA. La Plata. Argentina. 1994.
12. Reynolds, J., Earthworms Biology and Ecology Course Manual. Oligochetology Laboratory - Canada. Ontario, 1996.
13. Righi, G., Introducción al estudio de las lombrices del suelo de la Provincia de Santa Fe, Argentina. Revista de la Asoc. de Cs. Naturales del Litoral. Santa Fe Argentina. Climax, 1980.
14. Spiaggi, E.P., Mansilla, M.I. & Di Masso, R.J., Feed efficiency and relative average daily weight gain in coypu (*Myocastor coypus*). Com. Biol. 13 (4): 438, 1995.
15. Spiaggi, E.P., Mansilla, M.I. & Di Masso, R.J, Tamaño asintótico y tasa de maduración para peso corporal en nutrias (*Myocastor coypus*). Rev. Arg. Prod. Anim. 16 (2): 181-186, 1996.
16. Spiaggi, E.P., Biasatti, N.R., Marc, L.B., Mansilla, M.I. & Di Masso R.J., Análisis económico-productivo de un sistema integrado de cría de nutrias y lombrices. Rev. Arg. Prod. Anim. **16** (Sup. 1): 25-26, 1996.
17. Spiaggi, E.P., Benaglia, A. & Di Masso, R.J. Heterotic and maternal effects on growth traits in coypu (*Myocastor coypus*). Com. Biol. **14** (3): 339, 1996
18. Spiaggi, E.P., Biasatti, N.R., Marc, L.B. & Di Masso R.J., Implementación de un Sistema Productivo Integrado Nutrias-Lombrices en el marco de un Desarrollo Agropecuario Sustentable. UNR - Ambiental. **2**: 103-112, 1996.
19. Viglizzo. E. & Filippin, C., Los Agroecosistemas de la Argentina. In: Elementos de Política Ambiental. H. Cámara de Diputados de la Pcia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina. 1993. pp. 109-132.


N. Biasatti: Argentinian. Biologist. Professor and Researcher at the Environmental Studies Center of the Veterinary Faculty of the National University of Rosario.
E. Spiaggi: Argentinian. Veterinarian. Professor and Researcher at the Enrironmental Studies Center of the Veterinary Faculty of the National University of Rosario. Head of the Science & Technology Secretariat of the Veterinary Faculty of the National University of Rosario.
Liliana Marc: Argentinian. Veterinarian. Professor and Researcher at the Environmental Studies Center of the Veterinary Faculty of the National University of Rosario.
R.J. Di Masso: Argentinian. Agronomist Engineer. Professor of Genetics. Research Director at the Veterinary Faculty of the National University of Rosario.

# Elevage en milieu tropical Approche participative en vue d'une intégration dans les systèmes de production.

G. Deschuytener

Keywords: Breeding - Planification - Farming system - Parameters of Pertinency - Efficiency - Evaluation.


## Résumé

*La place de l'élevage en milieu tropical est fonction du milieu environnant et doit être décidée par les paysans eux-même, en fonction de leurs propres priorités.*
*Une planification rigoureuse, prenant en compte tous les paramètres de pertinence et d'efficience, est indispensable ainsi qu'une évaluation permanente des résultats.*

## Summary

***"Tropical Breeding" : A Sharing Approach in Order to Integrate the Farming Systems.***
*Breeding in tropical countries depends of the Environment and must be planned according to peasant themself's priorities.*
*Severe planification is needed, according to all parameters of pertinency and efficiency as well as a permanent evaluation of the results.*


## Introduction

L'élevage est pratiqué dans les milieux tropicaux depuis des temps immémoriaux. On en retrouve des reproductions préhistoriques sur des gravures rupestres du Sahara datant de plus de 10.000 ans.
Il se pratique toujours sous des formes extrêmement variées en Afrique, en Amérique du Sud et en Asie: ou l'on retrouve différentes formes d'élevage bovin, ovin, caprin, équin, camelin, porcin et aviaire. S'y ajoutent des types d'élevage particuliers propres à certains milieux: antilopes, agoutis, cobayes, etc...
Ceci nous montre que de tout temps, l'homme a intégré dans ses activités de production primaire des animaux de toutes sortes pour varier son alimentation et son revenu. Cette longue pratique d'élevages domestiques a permis à l'homme d'acquérir des connaissances de plus en plus précises sur la meilleure façon d'intégrer ces élevages dans les systèmes de production agricole de façon à en assurer la productivité et la durabilité.
Mais si les conditions d'exploitation du milieu naturel sont demeurées assez stables pendant des millénaires, aussi longtemps que les progrès scientifiques et techniques n'ont pas eu de conséquences importantes sur l'homme et son milieu, il en va tout autrement, sur l'ensemble de la planète et particulièrement dans les pays tropicaux, depuis trois quart de siècle.

Les contacts plus étroits avec les pays développés à haute technologie, l'exploitation plus intensive des ressources naturelles endogènes (agricoles et minières), l'aspiration à un niveau de vie plus confortable et à un revenu monétaire plus élevé, l'amélioration des conditions d'hygiène et de santé ont transformé radicalement les modes de vie et de production et porté atteinte aux équilibres naturels ancestraux. La croissance démographique très élevée de la plupart de ces pays (de 2,5 à 3,5% par an) et la pratique de certains systèmes d'exploitation dévastateurs ne visant que des intérêts financiers immédiats (forêts équatoriales et savanes boisées) ont accru fortement la pression sur des ressources naturelles fragiles et provoqué leur dégradation rapide.
Surpopulation et dégradation des ressources naturelles, particulièrement de la fertilité des sols, ont amené des situations humaines et économiques catastrophiques. Elles ne sont pas sans lien avec les tragiques évènements du Rwanda, par exemple.
Dans ces conditions, les pratiques d'agriculture et d'élevage ancestrales sont sérieusement remises en question et il est impératif, pour l'agronome ou pour quiconque est concerné par les problèmes d'un développement socio-économique équitable et durable, et au tout premier plan l'acteur principal, le paysan lui-même, de se remettre en question, lui et ses pratiques traditionnelles, afin d'adapter son mode de vie et son système de production à son environnement actuel (Eco-développement participatif et durable).
Cette brève introduction aura permis de mettre en évidence les dimensions multiples du développement: il est avant tout de nature humaine et sociale avant d'être technique.

Les problèmes de politique, d'organisation de la société, de macro-économie et de commerce international conditionnent le développement. Ce sont des suppositions, qui peuvent être importantes, critiques ou fatales. L'agronome, comme tout technicien, médecin, ingénieur ou éducateur, doit en tenir compte dans sa planification s'il veut atteindre les objectifs de développement qu'il s'est fixé.

D.G.C.I., rue Brederode. 6 - 1000 Bruxelles.
Reçu le 01.12.98 et accepté pour publication le 07.04.99.

Il doit être un agro-éco-socio-anthropologue avec un solide bon sens pratique et un esprit bien organisé. Il doit pouvoir observer, comprendre, réfléchir, concevoir, communiquer et persuader. Il doit être courageux et formé pour affronter ces tâches difficiles.
La formation classique d'ingénieur prépare-t-elle bien à la dimension humaine de la tâche ? La réponse appartient à chacun, car il n'y a pas de solution toute faite.
L'Université n'est que l'antichambre d'une bibliothèque. Elle nous donne des moyens de réflexion que nous devons savoir utiliser à bon escient, en investissant beaucoup de nous-même.

## La position de l'élevage dans les systèmes de production tropicaux

- L'élevage tropical traditionnel à toujours été, par essence, extensif et peu onéreux. Il permet de valoriser des espaces naturels non utilisés par les agriculteurs. Sa productivité, dans ces conditions, est basse mais contribue à nourrir les populations, à un niveau protéique cependant assez faible (beaucoup de pays africains ne consomment pas plus de 10 kg de viande par personne et par an).
La production de lait est dérisoire et quasi entièrement auto-consommée (femmes enceintes et enfants en bas âge).
- Il y a moins d'un siècle, en Europe, l'Elevage était encore considéré comme un "Mal nécessaire", justifié par le besoin de fumier.
Aujourd'hui, il est devenu une spéculation à part entière, complémentaire à l'agriculture et source de diversification du revenu.
Il devrait en être de même dans les pays du Sud, particulièrement en Afrique sub-saharienne, où les anciennes coutumes sont restées tenaces.
L'Afrique du Nord, l'Amérique du Sud et l'Asie présentent des situations très différentes car l'élevage y a déjà acquis une dimension économique moderne, pratiqué par des sociétés ou des éleveurs modernes privés.
- Un rapide survol de la situation permet de distinguer trois types d'exploitations agricoles en Afrique:
    - Agriculture seule,
    - Elevage seul,
    - Association Agriculture-Elevage.

Ces différences correspondent souvent à des différences ethniques (Peuhls éleveurs, Djermas agriculteurs, Haoussas et Touaregs agro-pasteurs au Niger, par exemple) et à des modes de vie différents (nomades et sédentaires).
Les relations entre nomades et sédentaires se sont établies sur des bases équitables et favorables à l'équilibre du milieu: les agriculteurs demandaient aux éleveurs de faire paître leurs troupeaux sur leurs champs après la récolte afin de bénéficier d'une fumure organique naturelle gratuite. En contrepartie, les animaux bénéficiaient à leur tour de résidus de cultures pour leur alimentation en saison sèche (pailles de mil et de sorgho, fanes de niébé et d'arachides).
Cet équilibre a cependant été rompu depuis une vingtaine d'années.
Les sécheresses qui ont sévi au Sahel depuis les années 70 ont dégradé les pâturages, forçant les éleveurs à "descendre" plus tôt vers les zones de cultures du Sud et à "entrer" dans des champs non-encore récoltés, d'où conflits violents et sanglants.
Inversément, la pression démographique pousse les agriculteurs à mettre en culture des terres traditionnellement réservées au pâturage, à la grande colère des éleveurs.
De ces constatations, il apparaît que la solution réside à mi-chemin et doit se concrétiser par le développement d'exploitations mixtes associant l'agriculture et l'élevage, par des nouveaux rapports entre agriculteurs et éleveurs et par un changement des mentalités.
Un commerce de fourrage naturel commence d'ailleurs à se développer au Mali, au Burkina Faso et au Niger, entre zones pastorales et zones agricoles avec élevage.
Parallèlement, la spécialisation des zones pastorales traditionnelles en "pays naisseur" pour la production et la croissance d'animaux de qualité (Azawak, par exemple) dans des troupeaux reproducteurs de vaches et de jeunes animaux sevrés, élevés en ranching, et des zones agricoles en "pays éleveur" (traction, embouche et production laitière) associant agriculture et élevage pourrait permettre de restaurer l'ancienne complémentarité d'intérêts sur un niveau de productivité plus élevé grâce à une meilleure alimentation des animaux (respect des charges des parcours et production de fourrages dans les fermes).

## Définition de la méthodologie d'approche participative en vue de l'intégration de l'élevage dans les systèmes de production

*Approche* signifie qu'il n'y a pas de solution toute faite. Il faut observer, réfléchir, analyser, conclure, décider et agir.
*Participative* indique qu'il faut collaborer avec tous les concernés, sans dirigisme extérieur préétabli, avec un esprit d'équipe collectif où chacun peut s'exprimer librement. Cette liberté d'expression n'est pas toujours évidente lorsque l'on met en présence des autorités et des administrés. Il faut en tenir compte.
*En vue de* définit un objectif à atteindre.
*Intégration dans* met l'accent sur la nécessité de prendre en compte le contexte global du milieu entourant l'action, avec ses multiples composantes techniques, sociales, économiques et humaines. Un tel programme ne peut qu'être horizontal et non vertical.
*Système de production* se rapporte à l'ensemble des activités du groupe cible, à leur interdépendance, à l'équilibre indispensable entre l'homme et son milieu, à la durabilité des améliorations apportées.
*Méthodologie* met en évidence la nécessité d'aborder un travail aussi complexe avec méthode et rigueur, sans improvisation en tous sens, si l'on programme d'intervention efficace.
Il faut savoir où l'on est, pourquoi on y est, où on veut aller, pourquoi et comment.
Il faut aussi pouvoir évaluer en permanence les résultats d'une action et prévoir des indicateurs quantifiables à cet effet.
Au-delà de l'approche "Elevage", il faut veiller à l'organisation générale d'un programme: le montage institutionnel et financier est d'une importance capitale pour la réussite de toute opération.

Il est nécessaire de savoir comment et par qui les dossiers seront établis, établir les voies d'acheminement des demandes de crédits, déterminer les organes d'exécution et de contrôle.
Comment tout cela va-t-il fonctionner? Le schéma d'organisation n'est-il pas trop lourd? Le paysan s'y retrouve-t-il? Est-il maître de l'amélioration de son sort? Ces questions doivent toujours être à l'esprit de celui qui participe à un tel défi.

## Description de la méthodologie d'approche

Il n'y a pas de méthode d'approche spécifique à l'élevage, qui est une activité agricole parmi d'autres et qu'il faut situer dans son contexte global en tenant compte des contraintes des paysans:
- financières
- de temps
- techniques
- socio-culturelles
- commerciales
- approvisionnement
- crédit

Eviter la Tour d'Ivoire: associer les paysans à tout ce qui les concerne (recherche, développement, vulgarisation, formation).
Responsabiliser les acteurs (identification - décision - évaluation).
Un travail d'équipe bien organisé est indispensable.
Dialogue, réflexion, diagnostic participatif (fiches d'enquêtes, statistiques et monographies villageoises sont les bases de ce diagnostic) sont les éléments-clés du processus.
Le but est de déterminer les objectifs, résultats, activités, stratégies (PIPO), indicateurs, et suppositions.
Il faut évaluer la pertinence, faisabilité, efficience, efficacité, durabilité et la rentabilité des actions.
L'appropriation, par des acteurs motivés, des thèmes et activités est la condition fondamentale du succès de l'entreprise.
Trouver une motivation d'action, souvent d'intérêt financier direct pour l'éleveur (exemple des vaches 1/2 Jersey et des haies anti-érosives de setaria au Burundi; élevage laitier intensif chez les maraîchers et les producteurs d'oranges en Tunisie).
La professionnalisation des agriculteurs et des éleveurs sera visée par une sensibilisation, formation et vulgarisation dispensées par un encadrement compétent et responsable de ses actes devant les bénéficiaires (contrats). On s'efforcera toujours d'appuyer des initiatives existantes.

### L'approche-terroir

Doit être globale afin de prendre en considération l'intérêt de toutes les parties (propriété et utilisation des terres, couloirs pour le mouvement du bétail).

### L'approche institutionnelle

- Il faut s'appuyer sur l'organisation administrative décentralisée en respectant ses compétences propres.
- Collaborer avec toutes les ressources humaines disponibles: associations villageoises, ONG, bureaux d'études, secteur privé (banques, Caisses de crédit, approvisionnement en intrants).

La règle de contrats de services liant les associations de producteurs à ces organisations, selon des cahiers de charge précis, doit se généraliser de façon à responsabiliser chaque partenaire.
Tirer parti des programmes d'ajustement structurel, de décentralisation administrative et de privatisation des activités de production qui sont à l'honneur dans tous les pays actuellement.

### L'approche technique

Mettre en place un système performant d'élaboration de dossiers techniques pertinents, efficients et efficaces.
Les aspects propres à l'élevage pourront ici être mis en évidence.
On utilisera des méthodes d'investigation et de planification éprouvées qui permettent de procéder par étapes logiques successives dans l'élaboration des dossiers techniques et financiers des projets et programmes.
Nous citerons le diagnostic global participatif pratiqué notamment au Mali par la CMDT pour les enquêtes et monographies villageoises et la planification des interventions par objectifs recommandée par l'AGCD (PIPO).

### L'approche financière

- Elle doit s'appuyer sur les organisations d'épargne-crédit existantes.
- Renforcer les garanties d'emprunt et l'octroi de crédits à des taux concessionnels.

L'épargne/crédit doit être social, mais éviter la politique des cadeaux, qui n'a que des effets pervers.

### Le diagnostic global participatif

Il est destiné à établir, par enquêtes sur le terrain, un bilan global de la situation d'un village ou d'une communauté (statistiques de population, santé, éducation, activités productrices, revenus, etc...). Il aboutit à une monographie définissant la situation AVANT projet, les problèmes principaux et les solutions applicables. L'avis de tous les secteurs de la population est recueilli.

## La planification par objectifs (PIPO)

Cette méthode de planification consiste à déterminer, avec tous les concernés (groupes-cibles, Administration, coopératives, associations, ONG, secteur privé, bailleurs de fonds), au cours d'ateliers spécifiques succédant à une préparation minutieuse sur le terrain (sensibilisation) les divers éléments constitutifs d'un projet ou d'un programme:
- les problèmes principaux,
- les solutions à préconiser,
- les objectifs (global et spécifique) à atteindre,
- les résultats à produire,
- les activités à mettre en œuvre,
- les moyens nécessaires (humains et financiers).
- Des indicateurs de performances et les sources d'information sont établis.
- Les stratégies à suivre (plans de la bataille) sont élaborées.
- Les conditions de réussite indépendantes du projet

(suppositions importantes, critiques ou fatales) sont analysées.

L'ensemble de ces données est synthétisé dans un cadre logique qui résume de façon claire et précise tout le projet.

Cet ensemble doit alors être soumis à une étude d'appréciation globale où les critères suivants seront soigneusement analysés:
- Pertinence
- Efficience
- Efficacité
- Durabilité
- Rentabilité (financière, économique, culturelle et sociale).

Une appréciation globale est alors établie, qui permettra de prendre une décision sur la prise en charge du projet par un bailleur de fonds.

## Conclusion

L'approche participative en vue de l'intégration de l'élevage dans les systèmes de production agricole en milieu tropical relève d'une analyse d'ensemble du milieu où les paramètres d'élevage ne sont pas les seuls à être pris en considération.
Une méthodologie de travail rigoureuse est nécessaire pour aboutir à des résultats efficaces et durables.

G. Deschuytener, Belge, Ingénieur agronome, D.G.C.I.

# BIBLIOGRAPHIE

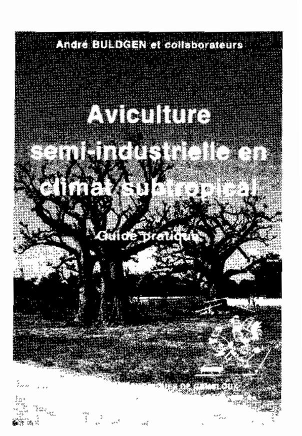
# BOEKBESPREKING

BIBLIOGRAPHY

BIBLIOGRAFIA

## Aviculture semi-industrielle en climat subtropical - Guide pratique

A. Buldgen & al




Format 15,7 x 23,5 cm; 128 pages, 15 tableaux, 10 figures ou plans, dessins.
Editions Les Presses Agronomiques de Gembloux, 2 Passage des Déportés,
B-5030 Gembloux, Belgique. Tél.: 081/62.22.42. Fax: 081/61.45.44
Prix: 925 BEF, pour les commandes émanant des pays ACP: -40%.

Cet ouvrage dû à Buldgen et ses collaborateurs A. Parent, P. Steyaert et D. Legrand constitue un excellent guide pour les aviculteurs, débutants ou chevronnés, qui travaillent en milieu subtropical. Le texte est clair, simple et facile à lire, même si quelques rare termes, surtout vétérinaires, ne sont malheureusement pas expliqués. Des encadrés grisés font ressortir les données essentielles dans cet opuscule qui vise à une meilleure efficacité de l'aviculture en pays chauds. Les deux chapitres sur la main-d'œuvre et sur l'économie méritent d'être signalés car ces aspects sont essentiels; on peut regretter peut-être l'absence d'indications précises sur l'établissement des diverses courbes et les attitudes à adopter pour maintenir la rentabilité.
Ces remarques de détails mises à part, ce Guide Pratique est à recommander à la fois pour son ensemble et pour les informations précises disponibles.
Sa publication a été possible grâce à un financement de l'Administration Générale de la Coopération au Développement A.G.C.D., Bruxelles.

J.H.

## De la santé animale au développement de l'homme
### Leçons de l'expérience de Véterinaires Sans Frontières

Michel Bouy & Jo Dasnière

Collection Dossiers pour un débat n° 51. Paris, Fondation pour le Progrès de l'Homme, février 1996. - La Librairie FPH, 38 rue Saint-Sabin - F.75011 Paris
Prix 18 FF - Hors Europe (par avion) / 40 FF - Paiement par chèque bancaire ou postal ou mandat à l'ordre de "La Librairie FPH".
Les auteurs tirent les leçons de l'expérience sur le terrain de l'organisation non gouvernementale Véterinaires sans Frontières France (VSF-F) qui, depuis 1984, a exécuté des projets de développement dans le secteur élevage, principalement axés, du moins au départ, sur la santé animale.
Le livre s'articule autour de deux grands chapitres : mémoire et questionnements. Le premier décrit et fait une première analyse des principaux projets VSF-F, en commençant par le plus ancien, celui du Nord-Mali, qui a débuté lors de la sécheresse de 1984. Ensuite sont passés en revue ceux du Guatemala (deux projets), du Honduras, du Nicaragua et de la Bolivie pour l'Amérique latine, celui d'Afghanistan pour le Moyen-Orient, celui du Cambodge pour l'Extrême-Orient et ceux du Togo, de Guinée et du Sénégal pour le continent africain.
Le chapitre sur les questionnements, associé à des considérations déjà émises dans l'introduction nous amène au cœur de la réflexion sur le fonctionnement, l'efficacité et la place d'une ONG qui est issue de l'action de véterinaires de régions tempérées mettant leur connaissances, leur technicité et leur bonne volonté au service de populations d'éleveurs et d'agro-éleveurs des pays en développement.
Il serait trop long de synthétiser le contenu du livre, mais les grandes questions que peuvent se poser ce genre d'ONG sont anlysées. Il s'agit notamment de la problématique de l'aide d'urgence et du passage obligé après un certain temps vers des actions à plus long terme permettant de rendre l'action primaire plus durable. En effet, après la guerre subsiste la crise et il faut la gérer: c'est donc la collaboration entre "urgentiers" et développeurs" qui doit être (re)pensée. Et faut-il, dans le cadre de l'urgence, "sélectionner" les pays et régions où intervenir sur des critères politico-éthiques ou se préoccuper seulement de sauver ce qu'il y a sauver au niveau des populations ? La création d'associations d'éleveurs ou d'agro-éleveurs, utiles également pour favoriser la durabilité, pousse à réfléchir au rôle qu'elles jouent dans le développement au sens large du terme, au type d'association à créer sans tomber dans une mode imposée d'ailleurs (et qui peut provoquer des conflits dans un certain contexte) et à la façon de les amener, sans tomber dans l'ingérence, à une autonomie et une prise de décision dans le secteur. Ceux qui sont concernés par la formation dans le domaine de l'élevage, surtout en matière de santé animale, seront particulièrement intéressés par la réflexion à ce sujet qui situe la santé animale à sa juste place dans le développement de l'élevage et, plus globalement, dans celui des populations concernées par les animaux domestiques.
Enfin, une postface se préoccupe d'analyser la motivation et le rôle des volontaires expatriés qui participent à ces projest et en font partie intégrante.
Ce livre, clair et concis, intéressera donc toutes les personnes préoccupées par le sujet. Il s'adresse principalement à un public averti ayant déjà été impliqué dans le développement de l'élevage dans les pays de développement. Il est, par ailleurs, caractérisé par une grande honnêteté et un souci d'amélioration, replaçant la santé animale dans un contexte plus global d'élevage, de développement rural et de progrès humain.

E. Thijs

# INDEX

## Index Authors



## Index Countries

# Index Subjects

## Animal Nutrition



## Animal Production



## Appropriated Technology



## Bacteriology





## Consumption



## Economics

**Editorial**



**Environment**



**Farming Systems**



**Forestry**



**Minilivestock**



**Parasitology**



**Plant Breeding**



**Plant Production**

**Plant Protection**



**Rural Development**



**Soil Science**



**Veterinary Science**

***AGRI-OVERSEAS***, associación din ánimo de lucro (ASBL) creada con el fin de establecer relaciones profesionales de intereses comunes entre quienes laboran por el desarrollo rural en ultra-mar.
Agri-Overseas publica una revista cientifica y de información « **TROPICULTURA** » consagrada a los problemas paises en desarrollo, la cual es editada trimestrialmente por la Dirección General de la Cooperación International.(D.G.C.I.)

**Organización**
*Agri-Overseas* se compone de instituciones belgas : las cuatro Facultades de Ciencias agronómicas (Gembloux, Gante-RUG, Lovaina-Kul y Lovaina la Nueva-UCL), las dos Facultades de Medicina veterinaria (Gante y Lieja), el Departamento de Producción y salud animales del Instituto de Medicina Tropical de Amberes (Antwerpen), la Sección interfacultaria de Agronomía de la Universidad Libre de Bruselas, las Facultades universitarias Nuestra Señora de la Paz (Namur) y la Fundación universitaria de Luxemburgo (Arlon), la Dirección General de la Cooperación International. y de algunos miembros individuales.

**Consejo de Administración**
Actualmente está compuesto de un Presidente, el Profesor Dr. J. Vercruysse, un Administrador delegado, Dr.Ir. G. Mergeai, un Secretario, Dr. E.Thys, un Tresorero , el Profesor honario Dr. P. Kageruka, y del Profesor honarioDr. Ir. J. Hardouin como miembro.

**Comité de Redacción**
Actualmente está constituido por el Dr. Ir. G. Mergeai jefe de redacción y de los redactores delegados siguientes : el Profesor J. Deckers por la "ecología, la fertilidad de suelos y los sistemas de explotación", el Profesor Dr. J-C. Micha por la "pesea y la piscicultura", el Profesor C. Renard por la "agrostologiá y la fitotecniá", el Doctor E. Thys por la " producción animal y caza ", el Profesor P. Van Damme por la "Agronomía y forestería"y el Profesor J. Vercruysse por la "Salud animal ".
El secretariado trata directamente otros temas propios de la compentencia de la revista (economía, sociología, etc..).

**Secretaría, Redacción :** Agri-Overseas / Tropicultura, c/o D.G.C.I., Of. T.511; Rue brederode, 6 , B. 1050 Bruselas, Bélgica.
Tel.: 32.2/51.90.476
E-mail MJDesmet@badc.fgov.be

**Distribución :** gratuita según petición escrita.

## RECOMENDACIONES PARA LOS AUTORES

**Condiciones generales**
Los manuscritos (original y cuatros copias) serán enviados a Agri-Overseas a la dirección arriba mencionada. Estos pueden ser escritos en uno de los cuatro idiomas sigiuentes : Francés, Inglés, Neerlandés y Español. Indicar claramente la dirección del autor. Presentar la traducción inglesa del titulo. Cada artículo será sometido por la Comisión de Redacción a 2 lectores especializados en el tema tratado y será eventualmente devuelto al autor, para ser corregido o adaptado. De todos modos se guardará un ejemplar en los archivos de Agri-Overseas. Los autores recibirán gratuitamente 20 publicados separatamente del artículo.

**Instrucciones práticas**
El manuscrito comprenderá como maximo 10 páginas escritas a máquina con doble interlinea y con un margen a la izquierda de 5 cm en papel blanco de formato DIN A4 (21 x 29,7 cm) á sobre disqueta.

**Presentación**
Titulo: corto y en minúsculas
Autores: debajo del título. los apellidos en minúsculas para las iniciales del nombre (nombre completo para las damas), con asterisco para remitir a la nota en pie de página donde figurará la identificación de las instituciones.
Palabras claves: 7 como máximo en Inglés (Keywords)
Resumen: en el idioma del artículo y en Inglés (Max.: 200 palabras)
Introducción
Material y métodos u observaciones
Resultados
Discución
Conclusiones
Agradecimientos
Las referencias bibliográficas se darán por orden alfabético según el apellido de los autores y serán numeradas de 1 a x. Referir en el texto a estos números (entre paréntesis).

Las referencias comprenderán:
- Para las revistas: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo del artículo en el idioma de origen, el título de la revista, el número del volumen subrayado, la primera y la última página.
  Ejemplo: Poste G., 1972, Mechanisms of virus induced cell fusion, Int. Rev. Cytol. 33, 157, 222
- Para las obras: el apellido de los autores seguido de las iniciales de los nombres, el año de publicación, el título completo de la obra, el nombre del editor, el lugar de edición, la primera y la última página del capitulo citado
  Ejemplo: Korbach M.M. & Ziger R.S., 1972, Heterozygotes detection in Tay- Sachs disease. A prototype community screening program for the prevention of recessive genetic disorders. pp 613 - 632 in: B.W. Volks en S.M. Aronson (Editors), Sphingolipids and allied disorders Plenum, New-York

Tablas y figuras serán presentadas cuidadosamente en páginas separadas y con numeración arábiga al verso. Las figuras estarán dibujadas de modo profesional. Las fotografías se entregarán non-montadas y bien contrastadas sobre papel brillante y numeradas al verso. Los titulos y las leyendas se escribarán en una misma pagina separada.

**Observaciones**
- Evitar las notas al pie de la página
- Evitar el empleo de guiones
- Evitar las mayúsculas inútiles
- Dar la nacionalidad, los diplomas y la función de cada autor
- Dar la traducción del titulo en Inglés

La Comisión de redacción se reserva el derecho de rechazar los artículo que no estén conformes a las prescripciones susodichas.

**English text in N°1 Texte français dans le N°2 Nederlandse text in Nr 3**

# TROPICULTURA

1998-99 Vol.16-17 N°4

Four issues a year (4th timester of 1999)

## CONTENTS

### ORIGINAL ARTICLES



### TECHNICAL NOTES



TROPICULTURA is a peer-reviewed journal indexed by AGRIS, CABI and SESAME







Graphic Concept :: Photosetting Van Campenhout
☎ 32/2/460 79 42 - Fax 32/2/460 76 05 - E-mail: rolandvc@unicall.t